

Gesamtkonzept zur Herstellung der Durchgängigkeit von Gera, Apfelstädt und Ohra

Juli 2017



Gesamtbewertung für die Herstellung der Durchgängigkeit an Gera, Apfelstädt und Ohra

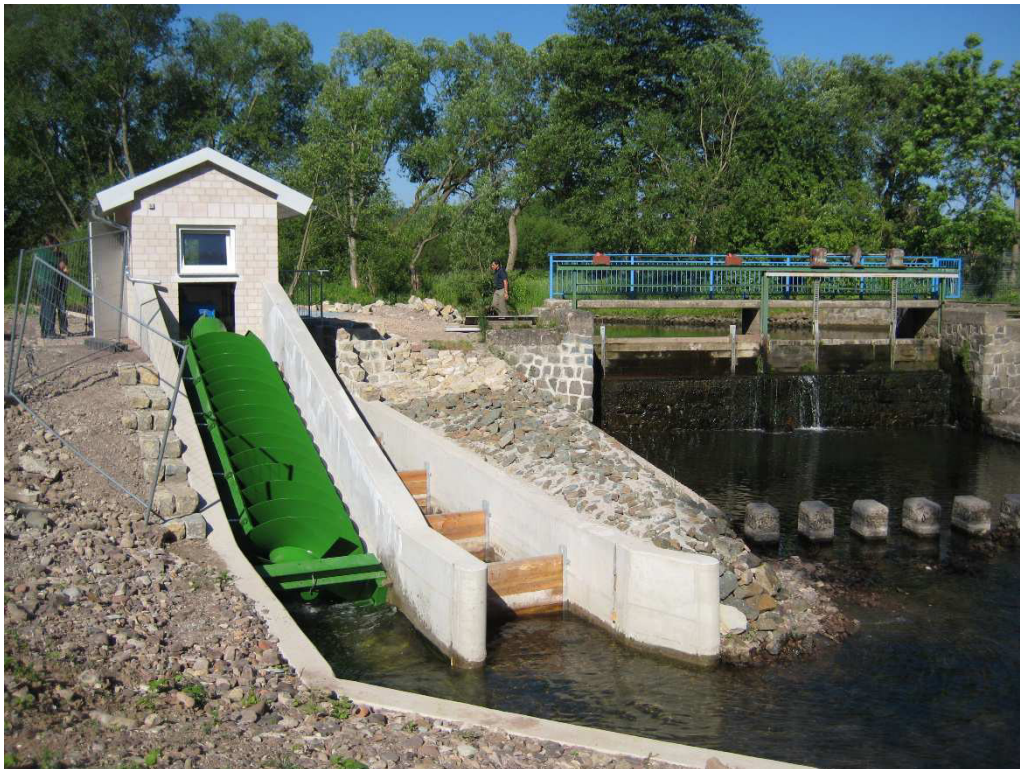
„Durchgängigkeitskonzept Gera, Apfelstädt, Ohra“

Auftraggeber	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie Göschwitzer Str. 41 07745 Jena
Auftragnehmer	Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie GmbH Hydrolabor Schleusingen Themarer Str. 16 c 98553 Schleusingen
Bearbeiter	Dipl.-Uwi. Manuela Reuter Dipl.-Biol. Maria Schmalz

Schleusingen, Juli 2017

Gesamtbewertung für die Herstellung der Durchgängigkeit an Gera, Apfelstädt und Ohra

Teil 1: Erläuterungsbericht **Methoden**



Juli 2017

Inhalt

1	Veranlassung und Aufgabenstellung.....	1
2	Erfassung des Ist-Zustandes	4
2.1	Hydrologische Angaben	4
2.2	Vorgehensweise bei der Vor-Ort-Datenerfassung	5
2.3	Ergänzende Unterlagen	6
3	Defizitanalyse und Ableitung notwendiger Maßnahmen	7
3.1	Allgemeine Vorgehensweise.....	7
3.2	Grundlagen für die Konzeption von Fischaufstiegsanlagen.....	9
3.3	Grundlagen für die Konzeption von Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen	12
3.4	Ökologische Abflüsse	13
3.4.1	Mindestabfluss in Ausleitungsstrecken	13
3.4.2	Durchflüsse von Fischaufstiegsanlagen	14
3.4.3	Durchflüsse von Fischabstiegsanlagen.....	15
4	Kostengrobschätzung.....	15
4.1	Kostenschätzung Fischaufstieg	15
4.2	Kostenschätzung Fischabstieg.....	16
4.3	Gesamtkosten	18
5	Auswirkungen der ökologisch notwendigen Maßnahmen auf die Wirtschaftlichkeit.....	18
5.1	Energetische Basisdaten der Wasserkraftanlagen	19
5.2	Vergütungssätze nach EEG 2017.....	19
5.3	Bilanzierung ökologisch notwendiger Abflüsse	21
5.4	Rechenverluste.....	22
5.5	Bilanzierung der Jahresarbeit bzw. der Jahresverluste	22
5.6	Jahreserträge	23
5.7	Erhöhte Betriebs- und Unterhaltungskosten.....	23
5.8	Baukosten für ökologische Maßnahmen	23
6	Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit.....	24
6.1	Grundlagen und Vorgehensweise	24
6.2	Bewertung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit.....	26
6.2.1	Großräumige Auffindbarkeit	26
6.2.2	Kleinräumige Auffindbarkeit	29
6.2.3	Passierbarkeit	30
6.2.4	Standortbezogene Gesamtbewertung.....	31

6.2.5	Erreichbarkeitsrate	32
6.3	Bewertung der flussab gerichteten Durchgängigkeit	32
6.3.1	Großräumige Auffindbarkeit	33
6.3.2	Ableitung von Fischen im Nahbereich	34
6.3.3	Komponenten der Systemableitungsrate	34
6.3.4	Kleinräumige Auffindbarkeit	35
6.3.5	Schutzrate des Rechens (Grundableitrate)	35
6.3.6	Abstufungen der Systemableitrate	36
6.3.7	Rechenpassagerate	37
6.3.8	Überlebensrate der Turbinenpassage	38
6.3.9	Schädigungen bei der Passage von Querbauwerken.....	38
6.3.10	Standortbezogene Gesamtbewertung.....	39
6.3.11	Kumulative Bewertung	41
7	Beeinträchtigungen durch Stauräume und Ausleitungsstrecken	42
7.1	Grundlagen	42
7.2	Ermittlung der Stauräume	43
7.3	Ermittlung der Ausleitungsstrecken	43
7.4	Ermittlung der freien Fließstrecke.....	43
8	Priorisierung der Maßnahmen.....	44
9	Prüfung der Nutzbarkeit von Querbauwerken entsprechend § 35 WHG	44
9.1	Grundlagen nach WHG	46
9.2	Prüfkriterien	46
9.3	Wirtschaftlichkeitsanalyse	47
9.3.1	Potenzielles Wasserangebot	47
9.3.2	Abschätzung Ausbauleistung und Jahresarbeit	47
9.3.3	Abschätzung der Investitionskosten	48
9.3.4	Ermittlung des Jahresertrag	49
9.3.5	Bewertung Wirtschaftlichkeit.....	50
10	Erreichen des guten ökologischen Zustandes durch Wiederherstellung der Durchgängigkeit.....	50
11	Denkmalgeschützte Wehranlagen	51
12	Literatur.....	52
13	Glossar	55
14	Abkürzungsverzeichnis	59
15	Formelverzeichnis	62
16	Abbildungsverzeichnis	62
17	Tabellenverzeichnis	63

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Veranlassung und Aufgabenstellung wurde in der Leistungsbeschreibung zum Durchgängigkeitskonzept ausführlich dargelegt und wird daher im Folgenden auszugsweise übernommen.

Veranlassung

Im Zuge der Umsetzung der EG-WRRL wurden in Thüringen Oberflächenwasserkörper ausgewiesen, in denen der Schwerpunkt bei der Herstellung der Durchgängigkeit liegt (Schwerpunktgewässer Durchgängigkeit). Für die Einzelbauwerke wurden bereits Mindeststandards zur Herstellung der Durchgängigkeit erarbeitet. Neben der Betrachtung der Einzelbauwerke ist eine Gesamtbetrachtung der jeweiligen Gewässer erforderlich, um eine Einschätzung für die zu schaffenden Voraussetzungen zur Zielerreichung der WRRL vornehmen zu können. Für die einzelnen Standorte können sich daraus auch höhere Anforderungen ergeben. Bei den Betrachtungen sind die Anforderungen der autochthonen Fischfauna zu berücksichtigen.

Die Gera ist ab Zusammenfluss von Wilder und Zahmer Gera bis zur Mündung in die Unstrut als Schwerpunktgewässer Durchgängigkeit ausgewiesen. Gleiches gilt für die gesamte Apfelstädt und die Ohra unterhalb der Talsperren. Für den guten ökologischen Zustand der Gera spielt die Vernetzung mit den Zuläufen Zahme und Wilde Gera eine entscheidende Rolle, so dass auch diese Gewässerabschnitte zu betrachten sind.

Aktueller Zustand (lt. Leistungsbeschreibung)

In den genannten Gewässern bzw. Gewässerabschnitten befinden sich insgesamt ursprünglich 121 (aktuell 183) Querbauwerksstandorte (Wehre und Sohlenbauwerke) (siehe Kap. 6.2). An 8 dieser Standorte werden Wasserkraftanlagen betrieben.

Aufgabenbeschreibung

Ziel der Studie ist die Erarbeitung eines Konzeptes für die technische Lösung der Herstellung der Durchgängigkeit für die genannten Gewässer. Dabei sind die Maßnahmen zu ermitteln, die erforderlich sind, um die Voraussetzungen für die Erreichung des guten ökologischen Zustandes zu schaffen. Es ist zu unterscheiden zwischen der flussauf- und flussabwärtsgerichteten Passierbarkeit der Standorte bzw. dem Schutz der abwandernden Fische an Wehren und Wasserkraftanlagen. Es sind sowohl der Rückbau von Querbauwerken, der Teilrückbau mit Stauspiegelabsenkung als auch deren Umbau bzw. die Errichtung von Fischaufstiegs-, Fischabstiegs- und Fischschutzanlagen zu betrachten.

Wegen der kumulativen Wirkung der Beeinträchtigungen der Durchgängigkeit an jedem der Standorte kommt der jeweiligen Effektivität für Auf- und Abstieg eine entscheidende Bedeutung zu. Diese ist daher an den Einzelstandorten und über die gesamten zu berücksichtigenden Gewässerstrecken zu untersuchen.

Es sind die Beeinträchtigungen durch Stau- und Ausleitungsstrecken zu bewerten und erforderliche Maßnahmen im Gesamtkonzept zu berücksichtigen (z. B. Notwendigkeit des Rückbaus von Querbauwerken).

Im Zuge der Gesamtbewertung ist zu ermitteln, in welchem Umfang die erarbeiteten Lösungen erforderlich sind, um die Voraussetzungen zur Zielerreichung der Wasserrahmenrichtlinie schaffen zu können.

Es sind die Standorte auszuweisen, für die ein Rückbau erforderlich ist. Für die anderen Bauwerke ist eine Prüfung entsprechend § 35 Abs. 3 WHG durchzuführen. Es ist zu prüfen, „ob an Staustufen und sonstigen Querverbauungen, die am 01.03.2010 bestehen und deren Rückbau zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach Maßgabe der §§ 27 bis 31 auch langfristig nicht vorgesehen ist, eine Wasserkraftnutzung nach den Standortgegebenheiten möglich ist“. Diese Betrachtung ist mit den Zielen des zu erstellenden Konzeptes abzustimmen.

Das Projekt sollte sich methodisch an der Studie „Modellhafte Erarbeitung einer Gesamtbewertung für die Herstellung der Durchgängigkeit der für Thüringen ausgewiesenen „Schwerpunktgewässer Durchgängigkeit“ am Beispiel der Ilm“, erarbeitet im Auftrag der TLUG durch das Ingenieurbüro Floecksmühle (TLUG 2011) sowie an den Durchgängigkeitskonzepten für Werra (TLUG 2015a) und Saale (TLUG 2015b) orientieren.

Im Projektgebiet ist mit dem Auftreten anadromer Fischarten nicht zu rechnen. Auch historisch gibt es keine Belege für das Vorkommen von Lachs, Meerforelle und Flussneunauge (TMLNU 2004a). Der Aal als katadrome Fischart ist nur für die Barbenregion der Gera relevant. In dem dafür in Frage kommenden Bereich ist die Durchgängigkeit jedoch komplett hergestellt und somit keine weitere Betrachtung des Aales notwendig. Eine kumulative Bewertung der Querbauwerke erfolgte daher nur für bestimmte Bereiche. Um die Dringlichkeit der Maßnahmen einzuordnen, sollten prioritäre Bereiche und Maßnahmen ausgewiesen werden.

Der vorliegende Berichtsteil enthält die methodischen und konzeptionellen Vorgaben für die Bearbeitung des Projektes. Die Ergebnisse der Erfassungen sowie Bewertungen und Konzepte werden für jedes Gewässer getrennt in weiteren Berichtsteilen dargestellt. Die Nummerierung der einzelnen Querbauwerke wurde vom Wehrkataster der TLUG (Ersterfassung 2005) übernommen und bei neu erfassten Standorten durch Buchstaben ergänzt. Sie beginnt jeweils an der Mündung mit 00 bzw. 01 (z.B. G00 - G26a für die Gera). Bei der Wilden Gera erfolgte aufgrund der Übersichtlichkeit eine komplett neue Durchnummerierung (WG01 - WG31). Als Standort wird jeweils das Querbauwerk inklusive aller Ausleitungen mit evtl. vorhandenen Wasserkraftanlagen (WKA) sowie des Stauraumes bezeichnet. Nicht immer sind alle Komponenten an einem Standort vorhanden.

Die im Text angegebenen Anhänge beziehen sich jeweils auf die verwiesene Anhangs-Nummer in den jeweiligen Teilberichten für Gera, Ohra oder Apfelstädt (Anhangs-Zusätze: -G, -OH, -A).

Aus Abb. 1 ist die Lage der bearbeiteten Gewässer des Untersuchungsgebietes ersichtlich.

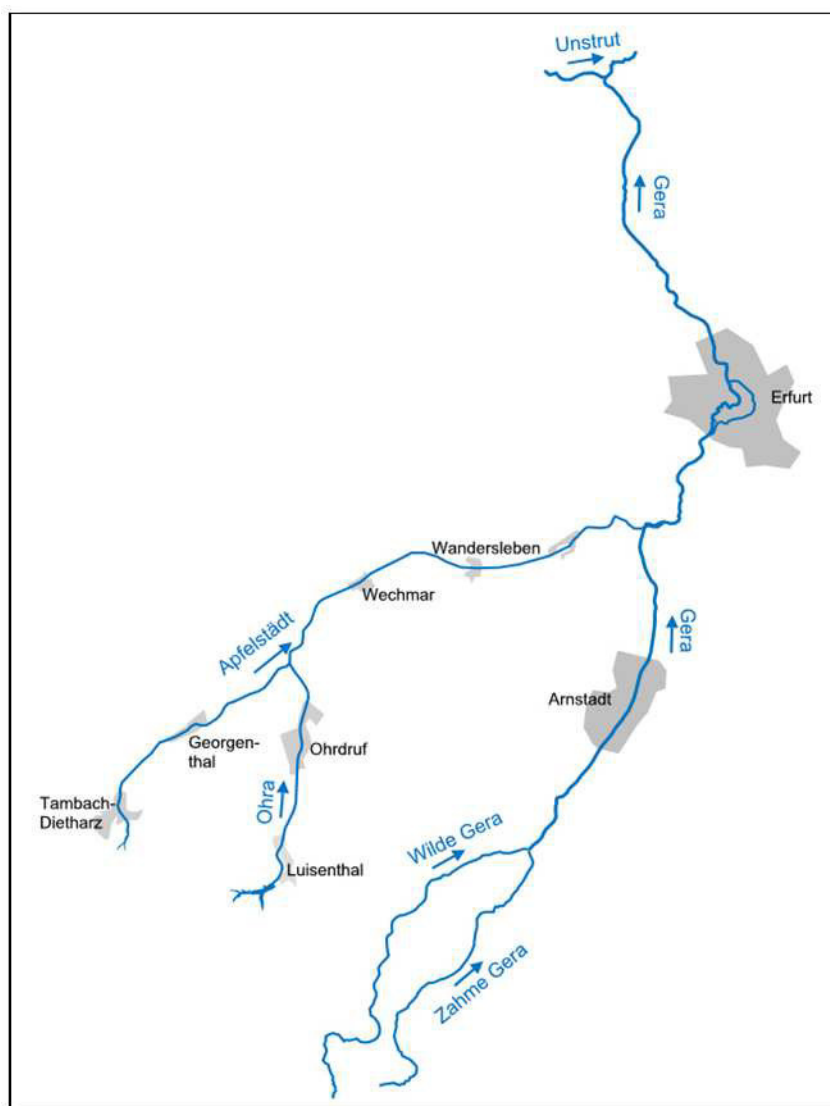


Abb. 1 Gewässer des Untersuchungsgebietes

2 Erfassung des Ist-Zustandes

2.1 Hydrologische Angaben

Für verschiedene Aufgabenstellungen, z. B. die Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von WKA, Durchflüsse in Fischwanderhilfen oder die Dimensionierung von Anlagen ist die Kenntnis über das zu erwartende Wasserdargebot sehr wichtig. Im Allgemeinen werden dabei folgende Abflusszustände für jeden Standort dargestellt:

- MQ mittlerer jährlicher Abfluss (arithmetisches Mittel aus langjährigen Aufzeichnungen)
- MNQ mittlerer Niedrigwasserabfluss
- Q₃₀ an 30 Tagen im Jahr unterschrittene Abflüsse
- Q₃₃₀ an 330 Tagen im Jahr unterschrittene Abflüsse

An den untersuchten Gewässern gibt es mehrere Pegel, deren Stammdaten teilweise über das Internetangebot der TLUG abgerufen werden können (<http://www.tlug-jena.de/hw/index.html>). Teilweise wurden die Pegel durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt oder telefonisch erfragt. Die langjährigen hydrologischen Kenndaten der Pegel sind teils im jeweiligen Gewässerkundlichen Jahrbuch veröffentlicht. In Tab. 1 sind die Hauptzahlen der für die hydrologischen Berechnungen verfügbaren Pegel zusammengefasst.

Tab. 1: Stammdaten der Pegel im Untersuchungsgebiet (Quellen: GKJ: Gewässerkundliches Jahrbuch, TLUG: <http://www.tlug-jena.de/hw/index.html>, TFWV: Thüringer Fernwasserversorgung)

Gewässer	Standort	Fluss- km	Einzugs- gebiet	MQ	MNQ	Q ₃₀	Q ₃₃₀	Quelle
		l [km]	AE [km ²]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	
Gera	Erfurt-Möbisburg	29,7	842,8	5,77	1,37	1,51	12,3	GKJ 2012
Gera	Arnstadt	45,2	174,7	2,33	0,664	0,74	4,71	GKJ 2012
Wilde Gera	Gräfenroda	5,0	54,9	0,94	0,19	0,24	2,03	GKJ 2014
Wilde Gera	Gehlberg	16,2	12,5	0,412	0,08	0,09	0,88	GKJ 2014
Zahme Gera	Plaue	0,2	65,2	0,662	0,095	0,098	1,45	GKJ 2014
Wilde Gera	Geraberg	9,3	18,5	0,371	0,053	0,07	0,83	GKJ 2014
Apfelstädt	Ingersleben	0,7	371,4	2,32	0,203	0,25	5,57	TLUG
Apfelstädt	Georgenthal 1	27,5	81,0	1,13	0,065	0,06	2,88	TLUG
Apfelstädt	Tambach- Dietharz 1	35,2	12,1	0,302	0,029	0,05	0,750	GKJ 2009
Ohra	Abgabepegel TS Ohra Luisenthal 7		34,8	0,425	0,058	0,05	0,95	TFWV

Für die Kennwerte der einzelnen Querbauwerksstandorte wurden zum einen Angaben aus vorhandenen Unterlagen der TLUG verwendet (z. B. aus vorliegenden Planungsunterlagen), zum anderen wurden die Daten aus den bekannten Einzugsgebieten und Kenndaten der den Standorten benachbarten Pegel berechnet. Die berechneten Werte sind keine amtlichen Angaben und damit nicht für statistische Zwecke geeignet. Es stellte sich heraus, dass die Daten aus den Planungen oft sehr uneinheitliche Werte angaben. Daher wurden in den meisten Fällen die berechneten Werte verwendet.

Es wurde jeweils nur ein Pegel als Bezugspegel verwendet. Die Berechnung erfolgte mit Formel 1 (aus TLUG 2011):

Formel 1: Berechnung des Durchflusses am Standort mit Hilfe eines Bezugspegels

$$Q_{\text{wehr}} = Q_{\text{Pegel}} \cdot \frac{AE_{\text{Wehr}}}{AE_{\text{Pegel}}}$$

Q_{Wehr}	jeweiliger Abfluss am Standort	[m ³ /s]
AE_{Wehr}	Einzugsgebietsgröße des Standortes	[km ²]
Q_{Pegel}	jeweiliger Abfluss am Pegel	[m ³ /s]
AE_{Pegel}	Einzugsgebietsgröße des Pegels	[km ²]

Sowohl Flusskilometrierung als auch die Einzugsgebietsgrößen wurden für die meisten Standorte aus Unterlagen, die durch die TLUG zur Verfügung gestellt wurden, entnommen. In einigen Fällen war eine GIS-gestützte Berechnung bzw. das Abmessen der Fluss-Kilometer notwendig.

Die Daten zur hydrologischen Situation der jeweiligen Gewässer befinden sich jeweils in Anhang 1 der Teilberichte für Gera, Ohra und Apfelstädt.

2.2 Vorgehensweise bei der Vor-Ort-Datenerfassung

Für die Dokumentation des Ist-Zustandes wurden im Vorfeld alle durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten Unterlagen ausgewertet und in die vorgegebenen Datenbögen eingetragen. Danach erfolgte zwischen April und Oktober 2015 eine Begehung aller Querbauwerke. Wenn erforderlich, (z.B. bei Wasserkraftanlagen) wurden im Vorfeld die jeweiligen Eigentümer oder Nutzer der Anlagen über den Termin unterrichtet und um Betretungserlaubnis gebeten. Es wurde überall eine Begehungserlaubnis erteilt. In vielen Fällen waren die Eigner oder deren Bevollmächtigte direkt vor Ort dabei, so konnten offene Fragen beantwortet werden. Bei den Erfassungen wurde eine Vielzahl wichtiger Parameter der Querbauwerke aufgenommen. Vorhandene Fischaufstiegsanlagen oder Raugerinne wurden, wenn nötig, gereinigt und einem hydraulischen Aufmaß unterzogen. Für den gesamten Standort wurde eine ausführliche Fotodokumentation angefertigt. Datenblätter und Fotodokumentation befinden sich jeweils in den Anhängen 2 und 3 (digital).

Während der Feldarbeiten stellte sich heraus, dass sich in den Gewässern weitere Querbauwerke befanden, die noch nicht durch die TLUG erfasst worden waren. Derartige Standorte wurden in Absprache mit dem Auftraggeber ebenfalls aufgenommen und bewertet. In sehr wenigen Fällen wurde aufgrund der Geringfügigkeit des Querbauwerks nur eine Fotodokumentation mit verbaler Beschreibung angefertigt (z. B. Grundswellen). Bei manchen Ausleitungsstandorten befanden sich in der Ausleitung oder auch im Mutterbett weitere Bauwerke, die als eigene Objekte erfasst wurden (z. B. Gera in Arnstadt). Eine Ausnahme bildet das System der Gera in Erfurt. Laut Auftrag wurden hier nur die Querbauwerke des Flutgrabens näher erfasst. Die Querbauwerke und Wasserkraftanlagen des innerstädtischen Gewässersystems wurden nicht vor Ort aufgenommen. Die hier vorhandenen Querbauwerke wurden nur für die überregionalen Berechnungen zur Durchgängigkeit einbezogen (siehe Ergebnisbericht Gera). Insgesamt wurden 183 Standorte erfasst und vor Ort aufgenommen.

Gewässer	QBW gesamt	davon neu erfasst	davon aktive WKA
Gera	39	9	3
Wilde Gera	32	3	(1, derzeit nicht in Betrieb)
Zahme Gera	33	9	(1, nur Museumsbetrieb)
Apfelstädt	39	13	5
Ohra	40	15	(1, nur Museumsbetrieb)
gesamt	183	49	8 (11)

Bei den meisten Begehungen herrschte Niedrigwasser. Daher weichen insbesondere gemessene Werte zur Wasserspiegeldifferenz oder zur Ausbaufallhöhe von den in den teilweise vorhandenen Unterlagen angegebenen Werten, die meist auf MQ, Q₃₀ und/oder Q₃₃₀ bezogen sind, ab. Für weitere Berechnungen wurden, wenn vorhanden, die aus den Unterlagen entnommenen Werte verwendet.

Alle erfassten Daten wurden in die Erfassungsbögen eingetragen. Diese enthalten:

- Allgemeine Angaben zum Standort
- Angaben zum Querbauwerk
- Angaben zur Wasserkraftanlage
- Angaben zum Fischschutz und zu Fischabstiegsanlagen
- Angaben zu Fischaufstiegsanlagen

Die ausgefüllten Datenblätter wurden den Eigentümern bzw. Nutzern der Standorte zugeschickt und um Anmerkungen, Ergänzungen bzw. Korrektur der Angaben gebeten. Hierfür wurde eine Frist von sechs Wochen eingeräumt. Es gab keine Rückmeldungen. In seltenen Fällen mussten daher für manche Werte Annahmen, z. B. zum Ausbaudurchfluss einer WKA getroffen werden. Diese Annahmen sind entsprechend gekennzeichnet.

Nach Abschluss aller Erfassungen und Bewertungen wurde für jeden Standort ein Steckbrief erstellt, der allgemeine Angaben, den Ist-Zustand für die flussauf und flussab gerichtete Durchgängigkeit, die Bewertung des Zustandes sowie den Planzustand mit Vorstellung möglicher Maßnahmen enthält. Eine Fotodokumentation ist beigefügt. Die Steckbriefe sind als einzelne pdf-Dokumente jeweils in Anhang 4 enthalten.

2.3 Ergänzende Unterlagen

Durch die TLUG wurden verschiedene Unterlagen zur Verfügung gestellt, die für die Bearbeitung der einzelnen Standorte genutzt werden sollten. Dies waren insbesondere Vorplanungen oder Planungen für den Umbau bestehender Querbauwerke. Teilweise wurden die Planungen im Projektzeitraum bereits umgesetzt.

Gewässerrahmenpläne, Strukturgütedaten sowie, wenn vorhanden, aktuelle Befischungen der entsprechenden Gewässer wurden ebenfalls einbezogen.

3 Defizitanalyse und Ableitung notwendiger Maßnahmen

3.1 Allgemeine Vorgehensweise

Nach der Analyse des Ist-Zustandes wurde eine Bewertung der Situation des Fischaufstieges und des Fischabstieges an jedem Querbauwerk vorgenommen (siehe Kap. 6.2 und 6.3). Für die Bewertung des Ist-Zustandes des Fischaufstieges wurden die hydraulischen und baulichen Parameter der jeweiligen vorhandenen Fischaufstiegsanlage oder des Raugerinnes mit den nach DWA-M 509 vorgegebenen Grenz- und Bemessungswerten abgeglichen. Hierfür wurden die Grenz- und Bemessungswerte für die in den drei Gewässern vorherrschenden gültigen Fischregionen zusammengestellt (Anhang 5). Der Grad der Abweichung von den Vorgaben wurde grob mit einer dreistufigen Skala abgeschätzt. Diese Abstufung entspricht einer Experteneinschätzung und ist nicht an einen prozentualen Grad der Abweichung von den Vorgaben gebunden. Die Bewertung der jeweiligen Anlagen ist in die Steckbriefe der Standorte integriert. Ein Beispiel zeigt Tab. 2. Im Anschluss an diese Einschätzung aufgrund der hydraulischen Funktionsfähigkeit, wurden evtl. durchgeführte Funktionskontrollen in die Bewertung des Ist-Zustandes einbezogen.

Tab. 2: Beispiel für die Einschätzung der hydraulischen Funktionsfähigkeit einer bestehenden Fischaufstiegsanlage in der unteren Forellenregion im Abgleich mit Grenz- und Bemessungswerten nach DWA-M 509

Parameter	Grenzwerte	Bemessungswerte	Ist-Zustand	Grenzwerte eingehalten?	Bemessungswerte eingehalten?
Mindestwassermenge FAA	2-5 % des konkurrierenden Abflusses		130 l/s = 14%	ja	ja
Max. Wasserspiegeldifferenz am Riegel [m]	0,23	0,18	0,07 - 0,21	ja	nein, 2 x überschritten
Leistungsdichte [W/m³]	225	200	31 - 112	ja	ja
Min. Wassertiefe $h_{u,eff}$ [m]	0,5	0,5	0,52 - 0,68	ja	ja
Lichte Beckenlänge [m]	1,95	1,95	2,21 - 2,24	ja	ja
Lichte Beckenbreite min. [m]	1,5	1,5	1,63 - 1,7	ja	ja
Min. Schlitzbreite [m]	0,2	0,2	0,15 - 0,18	nein, immer unterschritten	nein, immer unterschritten
Min. Dotation FAA ohne Berücksichtigung der Leitwirkung [m³/s]	0,18		0,13	nein, aber auf Dimension angepasst	
Sohlsubstrat	durchgängig vorhanden		ja	ja	
Sohlanschluss OW und UW	vorhanden		ja	ja	
Lage Einstieg	direkt neben QBW		neben WKA	ja	
Leitströmung bei MQ min. bis max. [m/s]					
Winkel der Leitströmung	möglichst parallel zur Hauptströmung		0 °	ja	

Die Einschätzung der Funktionsfähigkeit evtl. vorhandener Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen wurde nach TLUG (2009) vorgenommen. Hier werden verschiedene Parameter aufgeführt, die eine funktionsfähige Anlage erfüllen muss. Diese wurden zur Bewertung herangezogen. In EBEL (2013) liegen mittlerweile detailliertere Anforderungen an Dimensionierung und Bau von Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen vor. Im Rahmen der überblicksartigen Einschätzung wurden diese Angaben für die Bewertung jedoch nicht berücksichtigt, zumal im Ist-Zustand keine Fischabstiegsanlagen zu

bewerten waren. Der Grad der Abweichung von den Vorgaben nach TLUG (2009) wurde auch hier mit einer dreistufigen Farbskala unter Einbeziehung von Expertenwissen abgeschätzt (Tab. 3).

Tab. 3: Beispiel für die Einschätzung der Funktionsfähigkeit von Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen im Abgleich mit den Vorgaben nach TLUG (2009)

Rechen	Vorgaben nach TLUG (2009)	Ist-Zustand	Vorgaben eingehalten?
Lichter Stababstand [mm]	max. 10 mm	20	nein
Max. Anströmgeschwindigkeit im Fließquerschnitt [m/s]	0,5	0,54	nein

Fischabstiegswege	Vorgaben nach TLUG (2009)	Ist-Zustand	Vorgaben eingehalten?
Sohnnaher Bypass	1-2% des Turbinendurchflusses	nicht vorhanden	nein
Oberflächennaher Bypass	1-2% des Turbinendurchflusses	nicht vorhanden	nein
Auffindbarkeit	so nah wie möglich an Schutzeinrichtung		
Strömungsverhältnisse	keine abrupte Strömungszunahme		
Öffnungsbreite [m]	entspricht Schlitzweite der FAA, 0,35 m		
Wehr (bei MQ)	keine Schädigungen zu erwarten	Schädigungen nicht auszuschließen	nein

Die Bewertung des Ist-Zustandes ist in den Anhängen 6 und 7 aufgeführt. Nach Einschätzung des Ist-Zustandes für jedes Querbauwerk wurden die Defizite deutlich. Daraus erfolgte die Ableitung verschiedener Maßnahmen. Dabei wurden Fischaufstieg und Fischabstieg getrennt betrachtet. Für den Fischaufstieg wurden Dimensionierungen für Fischaufstiegsanlagen erarbeitet (Anhang 8). Für jeden Standort sind ein bis zwei Varianten möglich, die mittels einer Skizze verdeutlicht wurden. Diese Skizzen wurden für die Standorte getrennt nach Fischaufstieg und Fischabstieg angefertigt und sind jeweils in den Anhängen 9 und 10 zu finden. Die Varianten sind dabei als gleichwertige Möglichkeiten, **nicht** als Vorzugsvarianten für die Durchgängigkeit anzusehen.

Für alle Typen von Fischaufstiegsanlagen wurden sowohl Dimensionierung als auch hydraulische Grundparameter berechnet und zusammengestellt (Anhang 5). Für den Fischabstieg erfolgte dies nicht, da diese Werte über eine skizzenhafte Vorplanung hinausgehen. In EBEL (2013) sind bereits ausführliche Vorschläge und Bemessungswerte für Fischschutz und Fischabstiegsanlagen zusammengestellt, die jedoch sehr konkret unter Beachtung vieler weiterer Parameter (z. B. Daten zu Turbine und Wasserspiegellagen bei verschiedenen Abflüssen) angewendet werden müssen. Solche Parameter konnten im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht alle erhoben werden, so dass für den Fischabstieg nur grundsätzliche Vorgaben hinsichtlich Lage und Art des Rechens, Lage der Abstiegsöffnung und eine überschlägige Dimensionierung angegeben wurden.

Weiterhin wurden für alle Fischaufstiegs- und Fischabstiegsanlagen grobe Kostenschätzungen vorgenommen (Kap. 4, Anhänge 15 - 17).

Für alle Fischwanderwege muss Wasser zur Verfügung gestellt werden. Die benötigte Menge wurde überschlägig ermittelt (Kap. 3.4). Diese Wassermenge geht unter Umständen der Stromerzeugung

bei WKA verloren. Die aufgrund dieser Mindererzeugung evtl. auftretenden Verluste wurden für alle Anlagen zusammengestellt (Kap. 5, Anhang 18).

Die ausführlichen Grundlagen für die rechnerische Bewertung des Ist- und Plan-Zustandes bezogen auf das jeweilige Querbauwerk und die kumulative Wirkung für ausgewählte Standorte werden in Kap. 6.2 erläutert.

3.2 Grundlagen für die Konzeption von Fischaufstiegsanlagen

Grundsätzlich ist für die Konzeption einer Fischaufstiegsanlage die vorkommende bzw. potenzielle Fischfauna von Bedeutung. Die Einordnung in Fischregionen erfolgte nach den Angaben zu den Fischgewässertypen in Thüringen (WAGNER 2014, Abb. 2).

Die konkrete Einordnung der Gewässer ist aus Tab. 4 ersichtlich. Soweit verfügbar, wurden neben den potenziellen Leitarten auch aktuelle Befischungsergebnisse aufgeführt. Die Gera wird im Unterlauf als stark verändertes Gewässer (HMWB – heavy modified water body) eingeordnet. Hier ist nicht das Erreichen des guten ökologischen Zustandes, sondern des guten ökologischen Potenzials die Zielvorgabe. Im Oberlauf der Gera herrscht ein Sondertyp vor, der auf starke Karsteinflüsse zurückgeführt wird, die eine Gewässerabkühlung und somit eine Veränderung der Fischfauna bewirken. Die Unterläufe von Zahmer und Wilder Gera sind ebenfalls durch Karst beeinflusst.

Tab. 4: Einordnung der Gewässer in die Fischgewässertypen mit Leitarten und aktuellen Befischungsergebnissen (Monitoring WRRL)

Gewässer	Fischgewässertyp	Leitarten	Aktuelle Fischfauna	
Gera				
Mündung (Mdg.) bis G01 (Gera01)	9.1.EP HMWB HwS mV	Gründling, Hasel, Bachforelle, Döbel, Äsche, Plötze, Schmerle	Elxleben 2015: Bachforelle, Hasel, Döbel, Äsche, Gründling, Schmerle, Groppe, Plötze, Flussbarsch, Stichling	Barben-region
			Kühnhausen 2015: Gründling, Hasel, Bachforelle, Äsche, Groppe, Plötze, Schmerle, Flussbarsch, Elritze	
G01 - G07	9.1 HR HMWB verm. BoV	Bachforelle, Groppe, Gründling, Hasel, Döbel, Äsche	Erfurt/Riethstr. 2016: Bachforelle, Groppe, Hasel, Äsche, Elritze, Plötze, Flussbarsch, Ukelei, Bachneunauge	Äschen-region
G07- Mdg. Apfelstädt	9.1 HR NWB	Schmerle, Äsche, Elritze, Gründling, Bachforelle, Groppe, Hasel, Döbel, Bachneunauge		
Mdg. Apfelstädt bis Zusammenfluss Wilde und Zahme Gera	Sondertyp Gera kalt	Bachforelle, Groppe, Bachneunauge, Äsche	Ichtershausen 2015: Bachforelle, Groppe, Bachneunauge, Äsche, Aal	
Zahme Gera				
Mdg. bis ZG04 (Zahme Gera04)	7 ER Karst	Bachforelle, Groppe		Forellen-region
ZG04 bis Quelle	5 ER	Bachforelle, Groppe	Geraberg 2015, Arlesberg 2015: Bachforelle, Groppe	

Gewässer	Fischgewässertyp	Leitarten	Aktuelle Fischfauna	
Wilde Gera				
Mdg. bis WG03 (Wilde Gera03)	7 ER Karst	Bachforelle, Groppe		Forellen-region
WG03 bis Quelle	5 ER	Bachforelle, Groppe	Liebenstein oberhalb 2015: Bachforelle, Groppe	
Apfelstädt				
Mdg. bis Mdg. Ohra	9.1 HR NWB	Schmerle, Äsche, Elritze, Gründling, Bachforelle, Groppe, Hasel, Döbel, Bachneunauge	Apfelstädt Mdg. 2015: Schmerle, Äsche, Elritze, Bachforelle, Groppe	Äschen-region
Mdg. Ohra bis TS Tambach-Dietharz	5 MR	Groppe, Bachforelle, Elritze, Schmerle, Bachneunauge	nicht bekannt	Forellen-region
Ohra				
Mdg. bis TS Ohra	5 MR	Groppe, Bachforelle, Elritze, Schmerle, Bachneunauge	nicht bekannt	Forellen-region

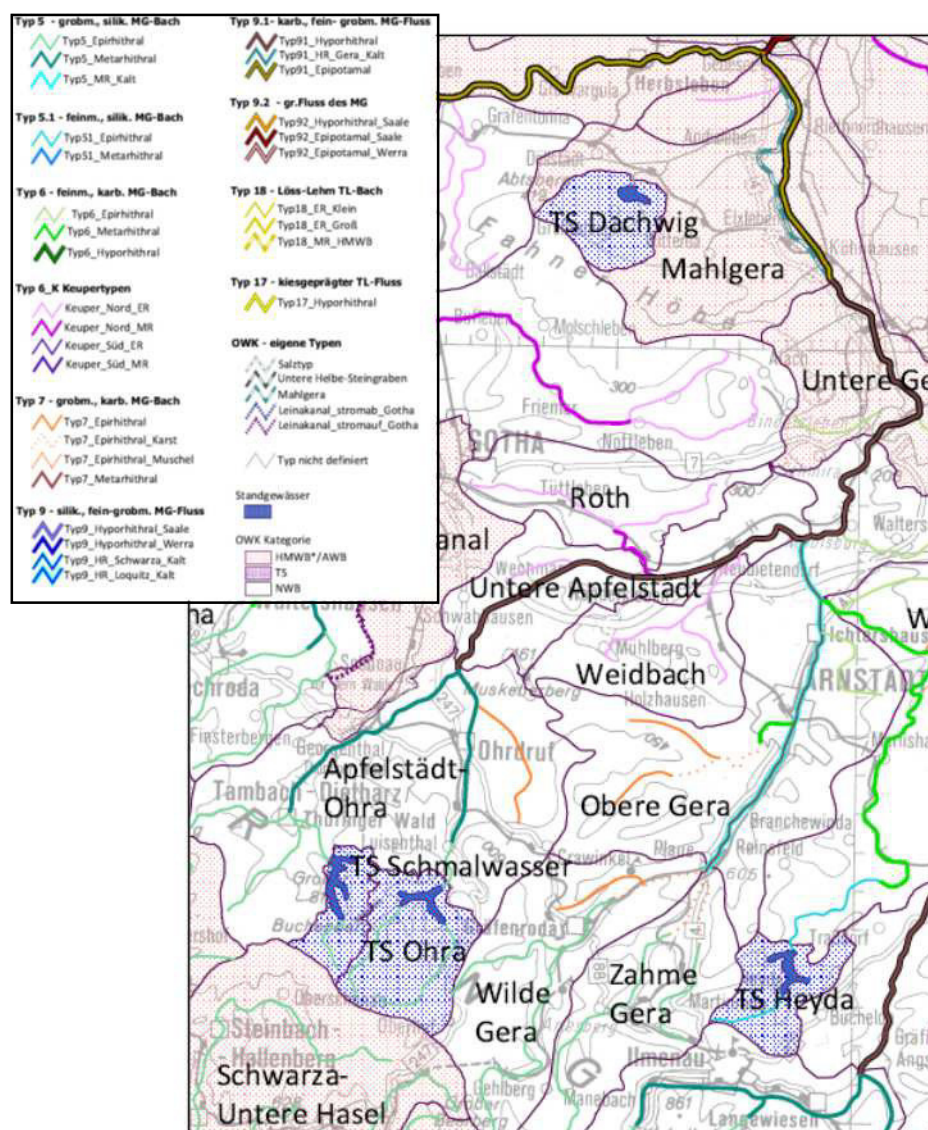


Abb. 2: Fischgewässertypen aus WAGNER (2014)

Als jeweilige Bemessungsfische wurden folgende Fischarten festgesetzt (Tab. 5).

Tab. 5: Bemessungsfischarten für die jeweilige Fischregion

Fischregion	Bemessungsfischart
Barbenregion	Barbe
Äschenregion	Äsche, Döbel 50 cm *
Obere und untere Forellenregion	Bachforelle

* Abweichend von den Angaben im Merkblatt DWA-M 509 wird beim Döbel eine maximale Körperlänge von 50 cm angesetzt. Dies ergibt sich aus der Auswertung des Fischmonitorings in Thüringen.

Für diese Fischarten und Fischregionen wurden die jeweiligen Bemessungs- und Grenzwerte nach DWA-M 509 für verschiedene Typen von Fischwanderhilfen zusammengestellt (siehe Anhang 5). Die für die Dimensionierung maßgeblichen Fischarten Bachforelle und Äsche kommen aktuell vor. Der Döbel fehlt gegenwärtig in der Äschenregion. In dem einzigen Abschnitt der Barbenregion sind derzeit keine Barben nachgewiesen, die Art gehört aufgrund der Einordnung des Gewässerbereiches als HMWB derzeit auch nicht zu den Leitarten.

Wie bereits in Kap. 1 dargestellt, werden anadrome Arten im Projektgebiet nicht erwartet bzw. sind auch historisch nicht nachgewiesen. Daher wurden sie bei der Dimensionierung der Fischaufstiegsanlagen nicht berücksichtigt.

Die Auswahl des jeweiligen Typs der Fischwanderhilfe richtete sich nach den örtlichen Gegebenheiten. Zuerst wurde immer geprüft, ob ein Totalrückbau des Querbauwerkes in Frage kommt. War dies nicht möglich, wurde geprüft, ob die Umwandlung in ein gewässerbreites Raugerinne (ggfs. mit einer Stauabsenkung) denkbar ist. Dabei wurde meist eine geteilte Bauweise mit geschüttetem Gerinnkörper und einer Niedrigwasserrinne mit Beckenstrukturen bevorzugt. Diese Bauweise hat sich in Thüringen bereits bewährt (SUA SUHL 2008). Bei ausreichendem Platzangebot wurde ein Umgehungsgerinne mit Beckenstrukturen vorgeschlagen. Bei beengten Platzverhältnissen wurde meist ein Schlitzpass gewählt. Bei zusätzlich reduziertem Wasserangebot wurde ggfs. ein Beckenpass vorgeschlagen.

In allen Fällen wurde die Einordnung der geplanten Fischwanderhilfe möglichst optimal gestaltet, um die Auffindbarkeit zu gewährleisten. Diese hängt auch von der Dotation einer Fischaufstiegsanlage bzw. dem Verhältnis zwischen konkurrierender Strömung und der Strömung aus der Fischaufstiegsanlage ab. Die erforderlichen Wassermengen werden in Kap. 3.4.2 angegeben.

Für einige Querbauwerke wurden bereits Planungen genehmigt, diese wurden auf ihre Übereinstimmung mit den vorgegebenen Parametern überprüft.

An Ausleitungsstandorten sollte, wenn möglich, immer an beiden Gewässerarmen eine Fischaufstiegsmöglichkeit vorgesehen werden. Davon abweichend wurde in der vorliegenden Studie an Standorten mit aktiver Wasserkraftanlage meist eine Einschwimmsperre vorgeschlagen, da das Wasserdargebot für zwei Fischaufstiegsanlagen oft zu gering ist. Bei vielen Ausleitungsstandorten des Untersuchungsgebietes handelt es sich um eine sehr geringfügige Ausleitung in ehemalige Mühlgräben, die keiner Nutzung mehr unterliegen. In diesen Fällen war die Planung einer zweiten Fischaufstiegsanlage nicht notwendig.

3.3 Grundlagen für die Konzeption von Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen

In TLUG (2009) wurden für Thüringen übersichtsartige Hinweise gegeben, wie funktionsfähige Anlagen gestaltet werden sollten. Bei EBEL (2013) sind bereits sehr detaillierte Bemessungsansätze angegeben. Diese, die Vorgaben nach TLUG (2009) und die Ansätze nach TLUG (2011) wurden in die Vorschläge für die Konzeptionen einbezogen.

Für den Fischschutz sind immer mechanische Barrieren (Rechen) anzuwenden. Für (größere) Verbindungsgewässer ist in Thüringen ein Stababstand des Rechens von 15 mm vorgeschrieben. Für Nebengewässer werden Rechenstababstände von 10 mm gefordert. Gera, Ohra und Apfelstädt gelten als Nebengewässer mit einem geforderten Abstand von 10 mm. In Ohra sowie Wilder und Zahmer Gera sind bis auf drei Ausnahmen (nicht in Betrieb bzw. Museumsbetrieb) keine Wasserkraftanlagen mehr anzutreffen.

Die Anströmgeschwindigkeit eines Rechens darf nach TLUG (2009) 0,5 m/s nicht überschreiten, da sonst die Gefahr des Anpressens an den Rechen oder eine erhöhte Passagerate befürchtet werden muss. In EBEL (2013) ist dies detaillierter dargestellt, je nach Zielart und Schrägstellung des Rechens sind unter Umständen auch geringere Anströmgeschwindigkeiten erforderlich. Für die hier betrachteten potamodromen Arten sind die Werte von 0,5 m/s auch nach EBEL (2013) ausreichend. Die Anströmgeschwindigkeit v_A ist abhängig vom Durchfluss und dem Querschnitt des Anströmkanals (Abb. 3). Die Rechenfläche ist im Normalfall nicht primär entscheidend für die Anströmgeschwindigkeit.

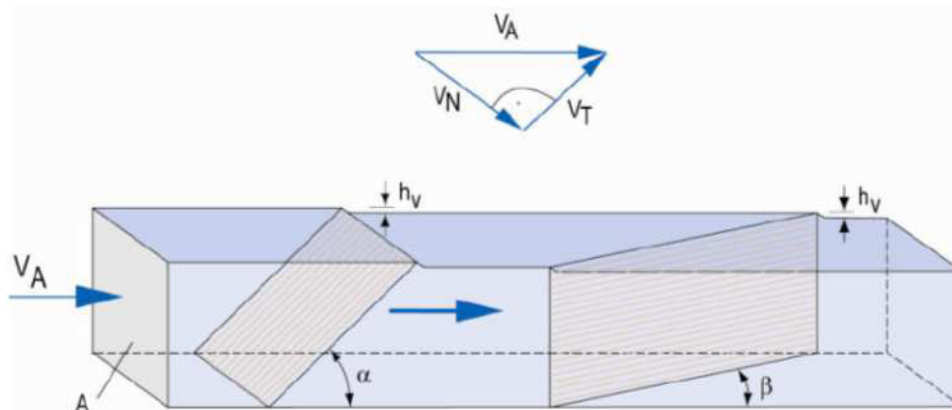


Abb. 3: Definition der Anströmgeschwindigkeit im Bereich eines Rechens (aus TLUG 2009)

Für funktionsfähige Fischabstiegsbypässe existieren mittlerweile eine Reihe an Untersuchungen, die in EBEL (2013) zusammengefasst sind. Darin sind auch detaillierte Angaben zu Dimensionierung und Hydraulik zu finden. Generell sollte sowohl für bodenorientierte als auch für oberflächenorientierte Fischarten eine Abstiegsmöglichkeit vorhanden sein. Diese muss so nah wie möglich an der Barriere (Rechen) angeordnet sein, um lange Suchvorgänge der abstiegswilligen Tiere zu vermeiden. Weiterhin sollte die Strömungszunahme in diesem Bereich moderat sein, da eine schnell zunehmende Strömungsgeschwindigkeit Abschreckungsverhalten hervorrufen kann. Die Größe der Öffnung muss sich an der größten vorkommenden (Ziel)Fischart orientieren. Dabei kann man sich an der benötigten Schlitzweite für die am Querbauwerk jeweilig konzipierte Fischaufstiegsanlage orientieren. Bei den meist sehr kleinen WKA im Untersuchungsgebiet, die eine geringe Wassertiefe vor dem Rechen

aufweisen, wurde meist auf eine Trennung von bodennahen und oberflächennahen Öffnungen für den Fischabstieg verzichtet und eine Lösung in mittleren Wasserschichten favorisiert.

In Einzelfällen wurden auch Fischaufstiegsanlagen als Fischabstiegsmöglichkeit bewertet, wenn diese günstig gelegen waren.

3.4 Ökologische Abflüsse

Für die ökologische Durchgängigkeit eines Querbauwerks müssen bestimmte Wassermengen zur Verfügung gestellt werden. Diese stehen dann nicht der Wasserkraftnutzung oder anderen Zwecken zur Verfügung. Dies betrifft bei Ausleitungsstandorten den im Mutterbett verbleibenden Mindestabfluss und bei allen Querbauwerken die für Fischaufstieg und Fischabstieg notwendige Wassermenge.

3.4.1 Mindestabfluss in Ausleitungsstrecken

Der Mindestabfluss in Ausleitungsstrecken soll die Lebensraumfunktion gewährleisten und die sich einstellenden Wassertiefen müssen die Durchgängigkeit garantieren. Zur Bestimmung der Mindestwassermenge gibt es ein Verfahren der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 2001), welches die Wassertiefen an der pessimalen Schnelle berücksichtigt und Forderungen für Mindestwassertiefen im Talweg (über mehrere Querprofile) aufstellt. Je nach Zielart müssen dabei bestimmte Grenzwerte bei definierten Abflüssen eingehalten werden.

Mittlerweile existieren auch mehrere, meist aufwändige Verfahren für die Simulation der Mindestwassermenge, die ebenfalls zielartbezogen arbeiten (CASIMIR, PHABSIM).

Die Anwendung eines dieser Verfahren war mit der vereinfachten Vorgehensweise dieses Konzeptes nicht möglich. In Thüringen werden bei der Festlegung erforderlicher Mindestabflüsse die Regelungen der Thüringer Technische Anleitung Stauanlagen (ThürTASau - TMLNU 2005-06) angewendet. Nach Angaben der TLUG eignet sich die dort genannte „Methode auf Basis fester Werte“ am besten für die Thüringer Gewässer. Demnach liegen die Mindestabflüsse in Abhängigkeit der Abflusscharakteristik des jeweiligen Einzugsgebietes und der Erfordernisse des Gewässers bzw. der Ausleitungsstrecke im Bereich zwischen 0,08 bis 0,23 x MQ. In kleineren Gewässern und für die Oberläufe hat sich gezeigt, dass die nach den ökologischen Anforderungen erforderlichen Werte im oberen Bereich der angegebenen Spanne liegen sollten.

Für die untersuchten Gewässer wird deshalb für die weiteren Betrachtungen ein pauschaler Wert von 0,2 x MQ angesetzt.

Letztendlich muss jedoch immer im Einzelfall geprüft werden, welche Mindestwassermenge tatsächlich angesetzt werden muss. Dies betrifft vor allem Standorte, bei denen die Mindestwassermenge noch nicht behördlich festgesetzt wurde.

In elf Fällen war die Mindestwassermenge bereits behördlich festgelegt. In diesem Fall wurde nachgeprüft, ob die Wassermenge den groben Ansätzen entsprach. Für weitere Berechnungen wurde jeweils die höhere Wassermenge verwendet. Im Projektgebiet handelt es sich bei allen Wasserkraftanlagen um Ausleitungsstandorte, in einem Fall ist eine Restwasserturbine installiert.

In manchen Fällen existiert eine sehr geringfügige Ausleitung, z. B. für die Beaufschlagung ehemaliger Mühlgräben aus Gründen des Landschaftsbildes oder zur Aufnahme häuslicher Abwässer. Auf die Festsetzung eines „Mindestwasserabflusses“ wurde hier verzichtet.

Wenn sich eine Fischaufstiegsanlage am Wehr befindet oder geplant wurde, kann das Mindestwasser zum Teil bereits durch die Abflüsse aus der FAA gewährleistet werden. Dies wurde bei den Berechnungen für die ökologisch notwendigen Abflüsse entsprechend beachtet.

Einen Sonderfall bildet die Ausleitung der Apfelstädt am Teilerwehr in Georgenthal (A15). Das hier ausgeleitete Wasser geht dem gesamten Gewässersystem dauerhaft verloren, da es sogar einem anderen Flusssystem (Werra/Weser) zugeführt wird.

Die für die Ausleitungen anzusetzenden Mindestwassermengen sind direkt in den Ergebnisberichten des jeweiligen Gewässers aufgeführt.

3.4.2 Durchflüsse von Fischaufstiegsanlagen

Der Durchfluss von Fischaufstiegsanlagen richtet sich in erster Linie nach dem verwendeten Typ und den zu berücksichtigenden Fischarten. Je größer die Fischart, desto größere Dimensionen sind für die Schlitzöffnungen anzusetzen mit davon abhängigen Durchflüssen. Im Unterlauf sind dabei naturgemäß größere Wassermengen nötig als im Oberlauf. Die benötigten Dimensionierungen für die betrachteten Gewässer sind je nach Fischgröße und Typ in Anhang 8 zu finden.

Der Durchfluss für eine Fischaufstiegsanlage muss außerdem ausreichend sein, um die Auffindbarkeit mittels Leitströmung zu garantieren. Hierfür wird in TLUG (2009) vorgegeben, dass der für die Gewährleistung der Auffindbarkeit erforderliche Abfluss 2-5 % des konkurrierenden Abflusses (Q_{konk}) betragen soll. Der konkurrierende Abfluss wird wie folgt bestimmt:

- An Querbauwerken ohne WKA: $Q_{\text{konk}} = MQ$
- An Querbauwerken mit WKA: $Q_{\text{konk}} = \text{Ausbaudurchfluss der WKA}$ (ist der Ausbaudurchfluss der WKA deutlich höher als MQ, wird MQ angesetzt.)
- Am Wehr bei Ausleitungsstandorten: $Q_{\text{konk}} = \text{Mindestwassermenge}$ bzw. bei MQ über das Wehr abgegebene Wassermenge (abhängig von genutzter bzw. abgeleiteter Wassermenge)
- Bei Restwasser-WKA: $Q_{\text{konk}} = \text{Ausbaudurchfluss der Restwasser-WKA}$

Bei allen Querbauwerken mit bestehender Fischaufstiegsanlage wurde geprüft, ob der ermittelte Betriebsdurchfluss der FAA diesen Vorgaben bereits entspricht. Bei geplanten Fischaufstiegsanlagen wurde ebenfalls geprüft, ob die sich aus der Dimensionierung ergebende Dotation den Kriterien der Auffindbarkeit entsprach. Da im Untersuchungsgebiet geringe Abflussspenden vorherrschen, waren die Dotationen der geplanten FAA immer ausreichend für die Auffindbarkeit.

Besonders in den Oberläufen der betrachteten Gewässer war häufig nicht einmal der gesamte Abfluss im Bereich Q_{30} für den Betrieb der FAA oder eines Raugerinnes ausreichend. In derartigen Fällen müssen Kompromisse geschlossen werden, die entweder im Niedrigwasserbereich verringerte Wassertiefen in Beckenstrukturen hinnehmen oder die mit geringeren Öffnungen in den Riegelstrukturen arbeiten, um den Wasserstand halten zu können. Welcher Kompromiss im Einzelnen ausgeführt wird, ist Teil der regelrechten Planung und wurde im Rahmen dieser Studie nicht näher ausgeführt. An den entsprechenden Stellen mit dieser Situation, wurde jedoch darauf hingewiesen.

Bei bereits bestehenden Fischaufstiegsanlagen, die baulich nicht verändert werden, wurde geprüft, ob die Vorgaben hinsichtlich des Mindestabflusses erfüllt wurden. Eine Zusammenstellung der notwendigen Betriebsabflüsse für die FAA aller Standorte findet sich in Anhang 13.

3.4.3 Durchflüsse von Fischabstiegsanlagen

Auch für Fischabstiegsanlagen gilt, dass sich der Abfluss nach den Dimensionen der Anlage bzw. der Öffnungsweite und der für die Auffindbarkeit notwendigen Wassermenge richtet.

Nach TLUG (2009 und 2011) sind für die Beaufschlagung von Fischabstiegsanlagen 1-2 % (jeweils für bodennahe und oberflächennahe Systeme) des Ausbaudurchflusses der WKA anzusetzen, mindestens jedoch die in Tab. 6 angegebenen Durchflüsse.

Tab. 6: Minstdurchflüsse von Bypässen für den Fischabstieg je Fischregion (aus TLUG 2011)

	Äschenregion	Forellenregion
Abmessungen der Öffnungen	H = 0,30 m B = 0,17 m	H = 0,20 m B = 0,15 m
Abfluss für oberflächennahen Bypass	50 l/s	25 l/s
Abfluss für bodennahen Bypass	50 l/s	25 l/s
Gesamtabfluss	100 l/s	50 l/s

Es wurde geprüft, ob mit diesen Minstdurchflüssen die notwendigen Wassermengen gewährleistet wurden. An allen untersuchten Querbauwerken war die sich nach der prozentualen Aufteilung mindestens anzusetzende Abflussmenge geringer, als die in Tab. 6 angegeben Werte. In allen Fällen wurden die höheren Werte angesetzt. Bei Anlagen, an denen nur ein Bypass geplant wurde, wurde jeweils die Gesamtabflussmenge angesetzt.

In Anhang 14 finden sich die für die jeweiligen Standorte angesetzten Durchflüsse für die Fischabstiegsanlagen.

4 Kostengrobschätzung

Die Kostenschätzungen, die hier vorgestellt werden, entsprechen nicht denen einer Vorplanung nach HOAI. Sie berücksichtigen keine Rahmenbedingungen wie Baugrundqualität oder Eigentumsverhältnisse. Die abgeschätzten Kosten sind Nettokosten.

4.1 Kostenschätzung Fischaufstieg

Die Kostenschätzungen für den Fischaufstieg erfolgten nach Vorgabe der Ilmstudie (TLUG 2011), welche auf einem vereinfachten, empirischen Ansatz beruhen. Dabei werden Art der Fischaufstiegshilfe, Durchfluss der Fischaufstiegsanlage und die zu überwindende Höhe angesetzt. Dabei konnte zwischen einfacher bis schwieriger Ausführung unterschieden werden. Es zeigte sich, dass die unteren Kostenansätze praktikabler waren (Tab. 7).

Im Einzelnen wurden folgende Kostenansätze gewählt und mit Formel 2 überschlägig ermittelt.

Formel 2: Kosten einer Fischaufstiegsanlage

$$K_{FAA} = k_{FAA} \cdot h_{FAA} \cdot Q_{FAA}$$

K_{FAA} Baukosten der jeweiligen Fischaufstiegsanlage [€]

k_{FAA} gewählter Kostenansatz der jeweiligen Fischaufstiegsanlage je m Fallhöhe und je l/s Durchfluss [€/m/l/s]

h_{FAA} durch jeweilige Fischaufstiegsanlage überwundene Höhendifferenz [m]

Q_{FAA} Betriebsdurchfluss der jeweiligen Fischaufstiegsanlage [l/s]

Tab. 7: Kostenansatz für Fischaufstiegsanlagen, verändert nach TLUG (2011)

Maßnahme	Kostenansatz *	Bemerkungen
Rückbau	10-30 €	
Teiltrückbau	15 €	Für einfache Maßnahmen
Umbau vorhandenes Raugerinne/ Rückbau mit Sicherungsmaßnahmen	25-30 €	Für kompliziertere Maßnahmen
Gewässerbreites Raugerinne mit Beckenstrukturen	200-300 €	Bei kleinen Anlagen evtl. etwas höher
Umgehungsgerinne	100 €	
Technischer Fischpass (Schlitzpass, Beckenpass)	300 €	Höherer Ansatz nur bei sehr schwierigen Verhältnissen
Anpassungen	Individuelle Festlegung	

* spezifische Kosten je m Fallhöhe und je l/s Durchfluss

In einigen Fällen wurde die Installation einer Einschwimmsperre vorgesehen. Nach einer groben überschläglichen Formel können die Kosten hierfür wie folgt abgeschätzt werden (Formel 3):

Formel 3: Kosten einer Einschwimmsperre

$$K_{Esp} = 10 \text{ €} \times Q_A$$

Q_A Ausbaudurchfluss der WKA bzw. jeweiliger Abfluss des Weges [l/s]

Für den Bau von geteilten, gewässerbreiten Raugerinnen, in denen ein Teil des Raugerinnes in geschütteter Bauweise und der andere in Beckenbauweise errichtet wird, wurden in Absprache mit dem Auftraggeber die Kosten alternativ folgendermaßen ermittelt (Formel 4):

Formel 4: Kosten geteilte Raugerinne

$$K_{Raug} = h \times 75.000 \text{ €}$$

h zu überwindender Höhenunterschied (Wasserspiegellage) [m]

Dieser Ansatz gilt allerdings nur für Querbauwerke von 5 - 8 m Gewässerbreite.

Bei extrem niedrigen Wasserspiegeldifferenzen, z.B. bei unterwasserseitigem Einstau durch Sedimentablagerungen, oder größeren Gewässerbreiten ergeben beide Kostenansätze teilweise unrealistische Zahlen. Sie sind damit nicht auf alle Bereiche übertragbar, was sich in sehr großen Differenzen zwischen den errechneten Werten beider Kostenansätze zeigt.

Die Kostenschätzungen für den Fischaufstieg sind in Anhang 15 enthalten. Da in manchen Fällen verschiedene Varianten vorgeschlagen wurden, ergeben sich unterschiedliche Kosten. Somit erfolgte die Ausweisung von Maximal- und Minimalkosten.

4.2 Kostenschätzung Fischabstieg

Für die Abschätzung der Kosten des Fischabstieges wurden zwei verschiedene Ansätze gewählt. Es stellte sich heraus, dass der stark vereinfachende Ansatz der Ilmstudie für die Verhältnisse im Untersuchungsgebiet nicht in allen Fällen zielführend war. Dies betraf zum einen die Höhe der angesetzten Kosten bezogen auf den Ausbaudurchfluss. Hier wurden in Absprache mit dem Auftraggeber leichte Veränderungen (Herabsetzung der Höchstkosten) vorgenommen (Tab. 8). Zum anderen war es häufiger der Fall, dass nicht alle Komponenten eines Fischabstieges benötigt werden,

da manche bereits vorhanden sind oder mit geringen Anpassungen weiterverwendet werden können. An derartigen Standorten wurde ein „Baukastenprinzip“ gewählt, welches sich nach den Ansätzen richtete, die in der Studie zur Durchgängigkeit der Saale (TLUG 2015b) angesetzt worden waren. Dabei werden die baulichen Komponenten einer Abstiegsanlage einzeln berechnet und Montagekosten hinzugefügt. Für die meisten Standorte mit WKA wurden die Kosten nach beiden Ansätzen berechnet und als Minimal- und Maximalkosten gekennzeichnet (Anhang 16).

Tab. 8: Kostenansatz für Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen, verändert nach TLUG (2011)

Maßnahme	Nettobaukosten
Integration in Neubau einer WKA ODER Einfache Nachrüstung an bestehenden Anlagen	20.000 € * Q_A
Nachrüstung von bestehenden Anlagen mit „normalem“ Schwierigkeitsgrad	30.000 € * Q_A
Nachrüstung von bestehenden Anlagen mit „hohem“ Schwierigkeitsgrad	50.000 € * Q_A

Q_A Ausbaudurchfluss der jeweiligen Wasserkraftanlage [m³/s]

Das differenziertere „Baukastenprinzip“ nach TLUG (2015b) setzt folgendermaßen an.

In einem ersten Schritt werden jeweils getrennte Materialkosten für:

- Rechen
- Rechenreiniger und
- Ggfs. Rechenspülschütze ermittelt.

Die Materialkosten des Rechens sind von der Rechenfläche abhängig und werden mit 1.000 € pro m²-Rechenfläche angesetzt (Formel 5). Als Basis der Rechenflächenermittlung wird die Fläche angenommen, die notwendig wäre, um die maximale Anströmgeschwindigkeit von 0,5 m/s nach TLUG (2009) einzuhalten.

Formel 5: Materialkosten für einen Rechen

$$K_{M,R} = A_R \cdot 1000 \frac{\text{€}}{\text{m}^2}$$

$K_{M,R}$ Materialkosten des Rechens [€]
 A_R notwendige Rechenfläche [m²]

Die Materialkosten von Rechenreiniger ($K_{M,RR}$) und Rechenspülschützen ($K_{M,RSS}$) werden abhängig vom Ausbaudurchfluss stufenweise festgelegt (Tab. 9).

Tab. 9: Materialkosten des Rechenreinigers $K_{M,RR}$ und der Rechenspülschütze $K_{M,RSS}$ in Abhängigkeit vom Ausbaudurchfluss

Q_A [m³/s]	$K_{M,RR}$ [€]
< 10	40.000
10 - 30	60.000
> 30	80.000

Q_A [m³/s]	$K_{M,RSS}$ [€]
< 10	40.000
> 10	50.000

Die Gesamtmaterialekosten $K_{m,ges}$ für Fischabstieg und Fischschutz ergeben sich durch Addition der einzelnen, jeweils benötigten Komponenten.

Neben den ermittelten Materialekosten werden zusätzlich notwendige Montagekosten nach Formel 6 berechnet:

Formel 6: Ermittlung der Montagekosten

$$K_{Mo_{ges}} = 1,5 \cdot K_{M_{ges}}$$

$K_{Mo_{ges}}$ Montagekosten [€]

$K_{M_{ges}}$ Materialekosten [€]

In diesen Montagekosten sind Wasserhaltung, Erdarbeiten sowie Einbau des Materials (Rechen usw.) und damit verbundene bautechnische Details wie Betonfundamente berücksichtigt.

Aus der Summe aller Material- und Montagekosten werden die gesamten Baukosten für Fischabstieg und Fischschutz mit Formel 7 berechnet.

Formel 7: Gesamtkosten für Fischschutz und Fischabstieg

$$K_{FAB/FS} = K_{M_{ges}} + K_{Mo_{ges}}$$

$K_{FAB/FS}$ Baukosten für Fischabstiegsanlagen und Fischschutz [€]

4.3 Gesamtkosten

Sowohl für Fischaufstiegsanlagen als auch für Fischabstiegssysteme wurden die minimal und maximal ermittelten Kosten angegeben. Unterschiedliche Kosten an ein und demselben Standort kamen zustande, da zum Teil mehrere Varianten vorgeschlagen wurden, die unterschiedliche Kosten verursachten. Bei der Schätzung für Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen wurden die unterschiedlichen Kosten auch durch die Verwendung verschiedener Ansätze verursacht (s. Kap. 4.1).

Ausgehend von der Priorisierung (siehe Kap. 8) der Gewässerabschnitte wurden zudem die Kosten berechnet, die in der jeweiligen Priorisierungsstufe anfallen.

Die Gesamtkosten sind in Anhang 17 aufgeführt.

5 Auswirkungen der ökologisch notwendigen Maßnahmen auf die Wirtschaftlichkeit

Im Projektgebiet existieren derzeit acht aktive Wasserkraftanlagen, die privat betrieben werden. Die vorgeschlagenen Maßnahmen zur Verbesserung und Wiederherstellung der Durchgängigkeit sind nicht nur kostenintensiv (Kap. 4), sondern erfordern auch die Bereitstellung zusätzlicher Wassermengen (Kap. 3.4), welche ggfs. der Energieerzeugung nicht mehr zu Gute kommen. Für alle WKA wurde daher überschlägig berechnet, welche Auswirkungen die Bereitstellung oder Erhöhung der ökologischen Abflüsse hat. Notwendige Investitionskosten für den Bau oder die Anpassung von Fischaufstiegs- oder Fischabstiegsanlagen wurden NICHT in die Berechnungen integriert, da diese sich auf einen jährlichen Verlust beziehen. Im Rahmen des Projektes kann jedoch nicht abgeschätzt werden, welche jährliche finanzielle Belastung der Bau von ökologischen Anlagen hervorruft, weil dies in hohem Maße von der Art der Finanzierung abhängt. Die hier dargestellte Abschätzung bezieht sich deshalb ausschließlich auf

den Wasserverlust, der nach Abschreibung der Baukosten weiter fortbestehen bleibt. Die Ergebnisse sind in Anhang 18 zusammengefasst.

5.1 Energetische Basisdaten der Wasserkraftanlagen

Für die Berechnungen war es wichtig, die Basisdaten der betrachteten WKA zu erfassen. Bis auf wenige Ausnahmen waren die Daten über die 50Hertz Transmission GmbH, den Übertragungsnetzbetreiber bzw. Betreiber des Höchstspannungsnetzes im Norden und Osten Deutschlands verfügbar. 50Hertz veröffentlicht auf ihrer Internetseite aktuelle Daten zu allen in ihrer Regelzone befindlichen Anlagen, die Förderung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz erhalten und ins Netz einspeisen (<http://www.50hertz.com/de/165.htm>, zuletzt besucht 22.01.2016). Es sind sowohl verschlüsselte Stammdaten als auch aktuelle Jahresabrechnungen abruf- und herunterladbar. Für die hier benötigten Zwecke wurden die Daten zwischen 2011 und 2014 abgerufen und weiter ausgewertet.

Bei der Angabe der installierten Leistung einer WKA gab es in wenigen Fällen kleinere Differenzen zwischen den Angaben des Betreibers und den Angaben bei 50Hertz. In diesen Fällen wurden die Daten des Betreibers für die weiteren Auswertungen verwendet. Bei einer Anlage erfolgt keine Einspeisung ins öffentliche Netz. Folglich gibt es auch keine Angaben bei 50Hertz. In diesem Fall wurde die Leistung beim Betreiber erfragt.

Aus den bei 50Hertz abrufbaren Daten zur Jahresabrechnung mit der eingespeisten Jahresarbeit und der sich daraus ergebenden Jahresvergütung wurde der aktuelle, für diese WKA gewährte Vergütungssatz berechnet (siehe Kap. 0). Für die Anlage, die nicht ins öffentliche Netz einspeist, wurde ein theoretischer Vergütungssatz angenommen.

Aus dem Mittelwert der zwischen 2011 und 2014 erzeugten Jahresarbeit und der installierten Leistung ist die Berechnung der durchschnittlichen Volllaststunden pro Standort möglich (Formel 8).

Formel 8: Berechnung der jährlichen Volllaststunden einer WKA

$$t_{VL} = \frac{W_{Ist}}{P_N}$$

t_{VL}	durchschnittliche jährliche Volllaststunden der jeweiligen Wasserkraftanlage	[h]
W_{Ist}	durchschnittliche Jahresarbeit im Ist-Zustand	[kWh]
P_N	installierte Leistung der Wasserkraftanlagen	[kW]

Die so ermittelten durchschnittlichen Volllaststunden wurden für die weiteren Berechnungen sinnvoll gerundet und sowohl für den Ist- als auch für den Plan-Zustand der bestehenden WKA verwendet.

Abweichend hiervon wurde für die Berechnung von evtl. neuen WKA-Standorten (Kap. 9.3) eine Reduzierung der potenziellen Volllaststunden angenommen, da sich aufgrund des Klimawandels bereits aktuell abzeichnet, dass die oben angesetzten Werte in Zukunft nicht mehr zuverlässig erreicht werden.

Die Stammdaten zur Energieerzeugung der Wasserkraftanlagen befinden sich in den jeweiligen Ergebnisberichten.

5.2 Vergütungssätze nach EEG 2017

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21.07.2014, welches die Einspeisung und Vergütung von Strom aus regenerativen Quellen regelt, wurde letztmalig 2016 novelliert (08.07.2016, Drucksache 355/16

des Bundesrates). Es wird als EEG 2017 bezeichnet und ist Grundlage für die hier vorgestellten Berechnungen.

Bei der Vergütung von Strom aus Wasserkraft gibt es eine Staffelung nach installierter Leistung. Alle im Projektgebiet betrachteten WKA liegen dabei unter der Grenze von 500 kW. Für diese kleinen Anlagen gelten die höchsten Vergütungssätze.

Prinzipiell ist folgende Vergütung möglich (§40, EEG 2017)

- Bis 500 kW 12,4 ct/kWh

Da jedoch alle WKA im Untersuchungsgebiet eine Leistung von weniger als 100 kW aufweisen, ergibt sich nach den §§ 21 und 53 (EEG 2017) eine Reduktion von 0,2 ct/kWh, so dass nur noch 12,2 ct/kWh angesetzt werden können.

Im Gegensatz zu früheren Bestimmungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes gibt es keine Staffellungen mehr hinsichtlich technischer und/oder ökologischer Verbesserungen. Bei vor dem 01.01.2009 in Betrieb genommenen Anlagen kann der oben aufgeführte Vergütungssatz gewährt werden, wenn nach dem 31. Dezember 2016 durch eine wasserrechtlich zugelassene Ertüchtigungsmaßnahme das Leistungsvermögen der Anlage erhöht wird. Ist die Maßnahme nicht wasserrechtlich zulassungspflichtig, muss die Leistungssteigerung mindestens 10 % betragen, um die Vergütung in Anspruch nehmen zu können.

Die gewährten Vergütungssätze gelten für jeweils 20 Jahre.

Der jeweils aktuelle Vergütungssatz der WKA für das letzte vorliegende Abrechnungsjahr (2014) wurde durch folgende Formel (Formel 9) ermittelt.

Formel 9: Berechnung des aktuellen Vergütungssatzes nach EEG

$$VS_{Ist} = \frac{E_{2014}}{W_{2014}}$$

VS_{Ist}	Vergütungssatz im Ist-Zustand	[€/kWh]
E_{2014}	Jahresertrag der jeweiligen Wasserkraftanlage im Jahr 2014	[€]
W_{2014}	Jahresarbeit der jeweiligen Wasserkraftanlage im Jahr 2014	[kWh]

Je nach Inbetriebnahme oder Ertüchtigung einer WKA verringert sich der oben angegebene Höchstsatz um jährlich 0,5 % ab dem 01.01.2018 (§ 40 Abs. 5 EEG 2017). Das bedeutet beispielsweise, dass eine 2019 in Betrieb gehende oder ertüchtigte Anlage nur noch einen Höchst-Vergütungssatz von 12,08 ct/kWh bekommt.

In Tab. 10 sind die jährlich um 0,5 % verringerten Boni bis zum Jahr 2022 aufgeführt.

Tab. 10: Jährlich verringerte Vergütungssätze nach EEG 2017

Jahr	Jährlich abgestufter Vergütungssatz [ct/kWh]
2017	12,20
2018	12,14
2019	12,08
2020	12,02
2021	11,96
2022	11,90

Drei der betrachteten WKA erhalten aktuell einen erhöhten Vergütungssatz von 11,7 bzw. 12,7 ct/kWh. Weitere vier WKA erhalten einen geringeren Vergütungssatz in Höhe von 7,67 ct/kWh.

Da anders als in früheren Jahren bei Durchführung ökologischer Maßnahmen keine zusätzliche Vergütung mehr gewährt wird und im Rahmen des Projektes nicht absehbar war, ob eine Leistungssteigerung der Anlagen möglich oder geplant ist, wird bei der Berechnung der ökologischen Mindererzeugung der im Ist-Zustand geltende Vergütungssatz für den Plan-Zustand NICHT verändert.

5.3 Bilanzierung ökologisch notwendiger Abflüsse

Die ökologisch notwendigen Abflüsse sind vereinfacht die Summe der Abflüsse aus Fischaufstiegsanlage, Fischabstiegsanlage und evtl. notwendiger Mindestwassermenge. Diese vereinfachte Formel ist jedoch sehr vielen Abweichungen unterworfen. Grundsätzlich wurde die Festlegung getroffen, dass der Ist-Zustand so betrachtet wird wie vorgefunden. Wenn also bereits entsprechende ökologische Abflüsse im Ist-Zustand abgegeben werden, führen diese nicht zu einer rechnerischen Mindererzeugung, da die in diesem Zustand erzeugte Energiemenge bereits als gegeben angesetzt wird. Ausgehend davon können mehrere Fälle unterschieden werden:

- Sind die bereits vorhandenen Anlagen in einem optimalen Zustand, ergeben sich auch für den Plan-Zustand keine Änderungen der Wassermenge, sodass keine Mindererzeugung aufgrund ökologischer Abflüsse erfolgt.
- Bei einem geringen Ausbaugrad der WKA (bezogen auf MQ) ist es möglich, dass ausreichend bisher ungenutztes Wasser zur Verfügung steht, um die ökologisch notwendige Wassermenge zur Verfügung zu stellen. Zur Ermittlung der noch nutzbaren Wassermenge wird von MQ die Ausbauwassermenge der WKA (und evtl. der Restwasser-WKA) sowie weitere unbedingt abzugebende Abflüsse für andere Nutzungen abgezogen. Ist die verbleibende Wassermenge Q_{nutzbar} größer als die Summe der ökologischen Abflüsse im Plan-Zustand, kommt es nicht zu einer Mindererzeugung. Ist die Summe kleiner, erfolgt eine Verrechnung mit den ökologischen Abflüssen. Ist kein zusätzlich nutzbarer Abfluss vorhanden, wird die volle Höhe der ökologischen Abflüsse im Plan-Zustand als Mindererzeugungsmenge angesetzt.
- Sind noch keine Fischauf- oder -abstiegsanlagen vorhanden, wird der volle Wasserbedarf der geplanten Anlagen angesetzt (falls kein bisher ungenutztes Q zur Verfügung steht, siehe oben).
- In einem Fall erfüllt die Fischaufstiegsanlage zusammen mit einer Restwasserschnecke gleichzeitig die Funktion des Fischabstieges, so dass hier keine zusätzliche Wassermenge angesetzt werden muss.

Bei Ausleitungskraftwerken ergeben sich folgende Fälle:

- Bei Abgabe einer Mindestwassermenge und Vorhandensein einer Fischaufstiegsanlage am Ausleitungswehr kann die Dotation dieser mit dem Mindestwasser verrechnet werden. Je nach Standort kann der notwendige Abfluss in der FAA sogar höher sein als die Mindestwassermenge.
- An der Ausleitungsstrecke befindet sich ein Restwasserkraftwerk. Im Normalfall garantiert die Dotation des Kraftwerkes die Mindestwassermenge. Je nach Menge des geforderten Mindestwassers sind evtl. zusätzliche ökologische Dotationen für Fischauf- und -abstieg nötig.

Beim einzigen Standort mit Restwasser-WKA wurden die ökologisch notwendigen Abflüsse zuerst getrennt für beide WKA ermittelt und danach addiert, um die Verrechnung mit der insgesamt evtl. noch nutzbaren Wassermenge vorzunehmen. Bei Standorten, in denen zwei WKA hintereinander in einem Mühlgraben liegen, werden die ökologischen Abflüsse getrennt für jede WKA ermittelt.

5.4 Rechenverluste

An den meisten Standorten wird zur Gewährleistung eines ausreichenden Fischschutzes eine Anpassung der Rechenanlage notwendig sein. Bis auf die Anlage in Dosdorf (G23), die bereits mit einem 12 mm Rechen ausgestattet ist, müssen an allen Anlagen die Stababstände nach TLUG (2009) auf 10 mm verringert werden. Die Verringerung der Stababstände (bei gleicher Rechenfläche) verursacht hydraulische Verluste. Diese können berechnet werden. Dabei ergeben sich meist relativ geringe Verlusthöhen (SCHELHORN 2013). Diese Berechnungen gelten aber nur für Rechen in optimalem und unverlegtem Zustand, was in der Praxis selten zutrifft.

In Absprache mit dem Auftraggeber wurde daher für die Verringerung der Abstände von 20 auf 10 mm der pauschale Wert von 0,05 m Rechenverlust für die Reduzierung der Nutzfallhöhe angesetzt.

5.5 Bilanzierung der Jahresarbeit bzw. der Jahresverluste

Die durch eine WKA geleistete Jahresarbeit wird mit Formel 10 berechnet

Formel 10: Berechnung der Jahresarbeit einer WKA

$$E_a = t_{VL} \cdot P$$

E_a	Jahresarbeit	[kWh]
t_{VL}	Volllaststunden	[h]
P	Leistung	[kW]

Wie bereits erläutert, wird die Leistung einer WKA den Genehmigungsunterlagen bzw. den Angaben beim Netzbetreiber entnommen. Es ist jedoch auch möglich die Leistung einer WKA überschläglich mit vorhandener Wassermenge und Ausbauhöhe zu ermitteln (Formel 11).

Formel 11: Ermittlung der möglichen Leistung einer WKA

$$P = \text{Faktor} \cdot Q_A \cdot h_A$$

P	Leistung	[kW]
Q_A	Ausbauwassermenge oder nutzbare Wassermenge	[m³/s]
h_A	Ausbaufallhöhe	[m]

Faktor: Faktor zur Berücksichtigung der Maschinenwirkungsgrade. Vereinfacht: Faktor 7 bei Altanlagen und bestehenden WKA, Faktor 8 bei neuen und/oder technisch weitentwickelten Anlagen

Die Ermittlung der Leistung einer WKA nach Formel 11 weicht in den meisten Fällen mehr oder weniger von der in Unterlagen oder beim Netzbetreiber angegebenen ab. Für die weiteren Berechnungen wurde die Jahresarbeit daher mit der aus Unterlagen oder vom Netzbetreiber angegebenen Leistung berechnet.

Um den Verlust an Jahresarbeit durch ökologische Abflüsse zu ermitteln, wird Formel 12 verwendet. Dabei wird die zur Errechnung einer Arbeit notwendige Leistung mit Hilfe der ökologisch notwendigen Wassermenge, der Fallhöhe (abzüglich der Rechenverluste) und den für die WKA geltenden Volllaststunden sowie des für die WKA angesetzten Leistungsfaktors berechnet.

Formel 12: Ermittlung des Verlustes an Jahresarbeit durch ökologische Abflüsse

$$E_{\text{verlust}} = \text{Faktor} \cdot Q_{\text{verlust}} \cdot h_A \cdot t_{\text{VL}}$$

E_{verlust}	Verlust an Jahresarbeit	[kWh]
Q_{verlust}	ökologisch notwendiger Abfluss	[m³/s]
h_A	Ausbaufallhöhe (abzüglich Rechenverlusten)	[m]
t_{VL}	Volllaststunden	[h]

Der so ermittelte Verlust an Jahresarbeit wird von der in einem ersten Schritt ermittelten Jahresarbeit ohne ökologische Abflüsse abgezogen um die Plan-Jahresarbeit zu erhalten.

5.6 Jahreserträge

Aus der errechneten Jahresarbeit kann durch Multiplikation mit der Vergütung pro kWh der jährliche Ertrag ermittelt werden. Dabei wird im Ist-Zustand von den aktuell gewährten Vergütungen nach EEG ausgegangen. Wie oben erwähnt, werden diese Sätze auch für den Plan-Zustand angesetzt, da im Rahmen des Projektes nicht absehbar ist, ob eine Leistungssteigerung möglich ist (siehe Kap. 0)

5.7 Erhöhte Betriebs- und Unterhaltungskosten

Durch den Einsatz von feineren Rechen erhöhen sich die Reinigungsintervalle durch den Rechenreiniger. Bei Bau von Fischwanderhilfen ergeben sich Aufwendungen für die Reinigung der Fischwege. Es ist mit erhöhten Betriebskosten für Betrieb und Wartung der Anlagen zu rechnen. Nach TLUG (2011) wird hierfür ein pauschalisierter Abzug von 2 % des Jahresertrages vorgenommen. Der Abzug erfolgt von dem zuvor berechneten Jahresertrag (nach Abzug der ökologischen Verluste).

5.8 Baukosten für ökologische Maßnahmen

In den vorliegenden Berechnungen wurden die Baukosten für ökologisch notwendige Maßnahmen (Fischaufstiegs- und -abstiegsanlagen) nicht berücksichtigt, da es hier um einen jährlich anzusetzenden Verlust geht. Wie die Baukosten auf Jahresscheiben umgelegt werden, ist jedoch in hohem Maße von der Finanzierung der Anlagen und der Finanzplanung des Bauherrn abhängig. Dies kann im Rahmen der vorliegenden Studie nicht beurteilt werden.

Die Baukosten für Fischauf- und -abstiegsanlagen sind in Kap. 4 abgeschätzt worden. Für eine realistische Finanzplanung müssen diese Kosten natürlich einbezogen werden. Die Möglichkeit einer erhöhten EEG-Vergütung durch Durchführung ökologischer Maßnahmen existiert aktuell im Gegensatz zu früheren EEG-Versionen (z. B. EEG 2012), nicht mehr. Im Land Thüringen besteht jedoch die Möglichkeit, eine Förderung für den Bau derartiger Anlagen bei der Thüringer Aufbaubank zu beantragen. In der Richtlinie des Thüringer Ministeriums für Umwelt, Energie und Naturschutz „Förderung des Hochwasserschutzes und der Fließgewässerentwicklung in Thüringen im Rahmen der „Aktion Fluss – Thüringer Gewässer gemeinsam entwickeln“ (Staatsanzeiger Nr. 36/2015) werden unter 2.2 b) die Verbesserung der Durchgängigkeit u. a. mit dem Bau von Anlagen zum Fischauf- und -abstieg explizit als förderfähig benannt. Derartige Vorhaben zur Fließgewässerentwicklung können mit Fördersätzen zwischen 50 und 85 % bezuschusst werden. Bei Wasserkraftanlagen wird auch der Rückbau bezuschusst. Beim Weiterbetrieb der Wasserkraftanlage richtet sich der Höchstbetrag der Förderung nach dem Erlös, der aus der Nutzung der Wasserkraft bezogen wird.

6 Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit

6.1 Grundlagen und Vorgehensweise

Die Durchgängigkeit eines anthropogen beeinflussten Gewässers ist von mehreren Faktoren abhängig. Dazu zählen die flussauf- und flussab gerichtete Passierbarkeit von Querbauwerken, die Durchwanderbarkeit von Ausleitungs- und Staustrecken und letztendlich auch die Konnektivität mit der Aue. Letztgenannter Aspekt wurde mit dem vorliegenden Konzept nicht bearbeitet.

Der Hauptfokus bei der Bewertung des ökologischen Zustandes hinsichtlich der Durchgängigkeit lag hier auf der Passierbarkeit von Querbauwerken. Es erfolgte eine Bewertung des erfassten Ist-Zustandes. Die erkannten Defizite wurden benannt und geeignete Maßnahmen zur Verbesserung der Situation vorgeschlagen. Der so erzielte Planzustand wird den gleichen Bewertungskriterien unterworfen. Diese Ergebnisse sind in den Anhängen 11 und 12 zu finden.

Bei der Einschätzung des Ist-Zustandes wurde der vorgefundene Zustand bewertet. Bei Vorlage von genehmigten Planunterlagen wurden diese ebenfalls bewertet. Entsprachen diese Planungen den Vorgaben für eine optimale Durchgängigkeit, wurden sie in den Planzustand eingearbeitet. Bei Abweichungen wurden weitergehende Hinweise oder Verbesserungsmaßnahmen für die Planungen vorgeschlagen.

Jeder Einzelstandort wurde getrennt hinsichtlich Aufstieg und Abstieg bewertet. Sowohl beim Aufstieg als auch beim Abstieg wurden nur potamodrome Fischarten berücksichtigt. Laut Aufgabenstellung war die Berücksichtigung von diadromen Arten nicht erforderlich (siehe Kap. 1).

Für die potamodromen Arten wurden Bereiche mit besonders guter Lebensraumqualität ausgewiesen, so genannte Zielbereiche (siehe auch Kap. 8.3). Für diese Bereiche (siehe Ergebnisberichte) wurde die kumulative Wirkung der Querbauwerke und somit die Erreichbarkeit dieser Habitate berechnet. Diese Summenwirkung ist vor allem für die weit wandernden Fischarten von Bedeutung. Im vorhandenen und potenziellen Fischartenspektrum sind dies vor allem die Arten Barbe, Bachforelle, Döbel und Äsche als Mitteldistanzwanderer. Ausgewählt wurden die Zielbereiche vor allem hinsichtlich ihrer Struktur und ihrer Bedeutung innerhalb des Gewässersystems für die Erhaltung und Entwicklung einer gewässertypischen Fischfauna. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Erreichbarkeit von strukturell gut ausgestatteten Laicharealen. Die Berechnung der Erreichbarkeitsraten dieser Zielgebiete bezieht sich dabei ausschließlich auf den Fischaufstieg.

Die Bewertung der Standorte erfolgte mit einem fünfstufigen Bewertungssystem (Tab. 11, Tab. 12). Das System basiert auf den Kenntnissen, die mittlerweile über die Folgen veränderter oder eingeschränkter Durchwanderbarkeit auf die Fischfauna bekannt sind. Die Farbgebung richtet sich nach der ebenfalls fünfstufigen Skala, die auch beim Bewertungssystem nach WRRL angewendet wird (Tab. 14).

Tab. 11: Einstufung der verschiedenen Bewertungsmerkmale für **Auffindbarkeit, Passierbarkeit und Durchgängigkeit** eines Standortes (nach TLUG 2011)

	A	B	C	D	E
Bezeichnung	keine	gut	eingeschränkt	gravierend eingeschränkt	ungenügend
Einstufung	Beeinträchtigung				

Tab. 12: Einstufung der verschiedenen Bewertungsmerkmale für **Schädigungen** an einem Standort (z. B. bei Turbinen- oder Wehrpassage) (nach TLUG 2011)

	A	B	C	D	E
Bezeichnung	keine	gering	mäßig	erheblich	hoch
Einstufung	Beeinträchtigung				

Tab. 13: Einstufung der verschiedenen Bewertungsmerkmale für **Fischauf- und -abstieg** an einem Standort (nach TLUG 2011)

Aufstiegsraten beim Fischaufstieg	Überlebensraten beim Fischabstieg
 keine Beeinträchtigung des Aufstieges (Aufstiegsrate 1,00)  gute Bedingungen für Aufstieg (Aufstiegsrate >0,85-0,975)  eingeschränkte Bedingungen für Aufstieg (Aufstiegsrate >0,6-0,85)  gravierend eingeschränkte Bedingungen für Aufstieg (Aufstiegsrate >0,0-0,6)  ungenügende Bedingungen für Aufstieg (Aufstiegsrate 0,0)	 keine Beeinträchtigung des Abstieges (Überlebensrate 1,00)  gute Bedingungen für Abstieg (Überlebensrate >0,85-0,975)  eingeschränkte Bedingungen für Abstieg (Überlebensrate >0,6-0,85)  gravierend eingeschränkte Bedingungen für Abstieg (Überlebensrate >0,0-0,6)  ungenügende Bedingungen für Abstieg (Überlebensrate 0,0)

Die Situation hinsichtlich Stau- und Ausleitungsstrecken wurde mit den Vorgaben nach TLUG (2009) verglichen. Danach dürfen nicht mehr als 25 % eines Gewässers durch Stau und Ausleitung beeinflusst werden. Prinzipiell wurde davon ausgegangen, dass sowohl Stau- als auch Ausleitungsstrecken ungehindert durchwanderbar waren. Bei den Vor-Ort-Besichtigungen wurden keine Zustände festgestellt, die dieser Auffassung massiv widersprochen hätten. Die Auswirkungen der Beeinträchtigung durch Stau- und Ausleitungsstrecken werden rein rechnerisch und verbal dargestellt (siehe Kap. 7).

Als Standort wird an dieser Stelle das Querbauwerk inklusive aller Ausleitungen sowie des Stauraumes bezeichnet (Abb. 4). Letztendlich ist es der gesamte, durch das Querbauwerk beeinflusste Gewässerbereich. Die Länge ist abhängig von der Höhe des Aufstaus, ob eine Ausleitung vorhanden und wie lang diese ist. Nicht immer sind alle Komponenten an einem Standort vorhanden. An einem Flusskraftwerk fehlt z. B. die Ausleitung. Bei kleinen Querbauwerken ohne Ausleitung und mit geringem Aufstau kann die beeinflusste Strecke auch relativ kurz sein.

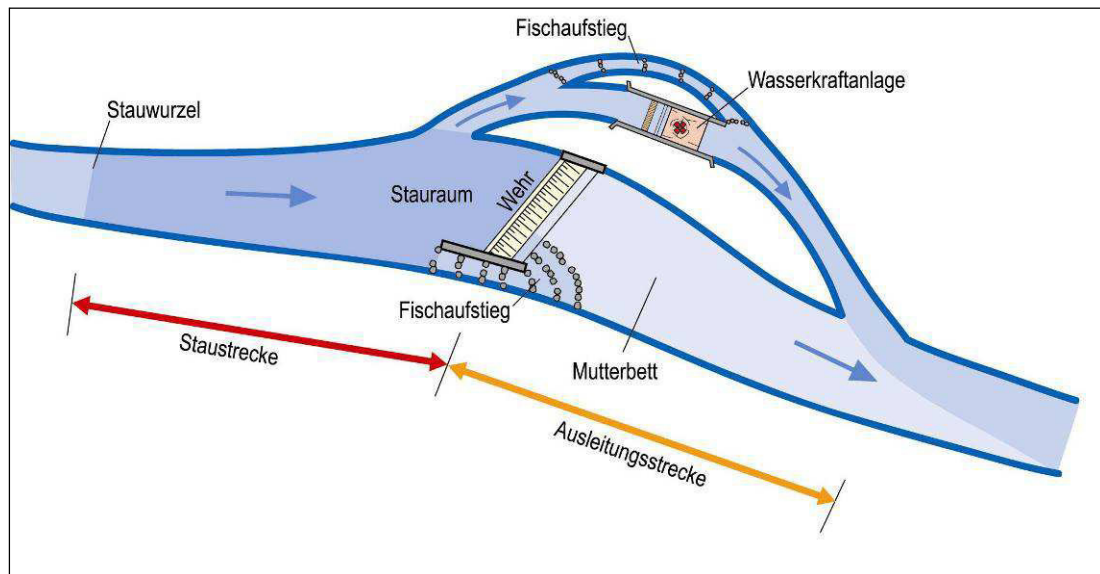


Abb. 4: Mögliche Komponenten eines Standortes mit Querbauwerk (aus TLUG 2011)

6.2 Bewertung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit

Bei der Auswahl der zu berücksichtigenden Fischarten wurde der jeweilige fischfaunistische Referenzzustand zu Grunde gelegt (WAGNER 2014). Allgemein gilt, dass sowohl den größten als auch den kleinsten Fischen der Aufstieg gelingen muss. Allen wanderwilligen Arten im Unterwasser unabhängig von ihrer rheotaktischen Orientierung muss die Passage möglich sein. Der Grad der Einschränkung dieser Aufstiegsmöglichkeit wird im Rahmen der Bewertung abgeprüft.

Sowohl für den Ist- als auch für den Plan-Zustand wurden die nachfolgenden Bewertungsschritte und -schemata angewandt.

Rechnerische Grundlagen für die Bewertung

Die Durchwanderbarkeit eines Querbauwerkes setzt sich prinzipiell aus den Faktoren Auffindbarkeit und Passierbarkeit zusammen. Eine Fischaufstiegsanlage, die für die aufstiegswilligen Fische nicht auffindbar ist, verfehlt ihre Wirkung genauso wie eine gut auffindbare, aber nicht passierbare Anlage. Daher müssen speziell diese beiden Kriterien zur Bewertung herangezogen werden.

Die Auffindbarkeit wird dabei in die beiden Kriterien großräumige und kleinräumige Auffindbarkeit unterteilt.

6.2.1 Großräumige Auffindbarkeit

Die großräumige Auffindbarkeit gibt an, mit welchem Anteil ein möglicher Weg in Richtung Querbauwerk für die Wanderung aufgesucht wird. Dies kann der Flusslauf an sich sein oder ein abzweigender Kanal oder Umfluter. Die Beurteilung der großräumigen Auffindbarkeit beginnt im Unterwasser an dem Punkt, an dem alle ausgeleiteten Umfluter dem Fluss wieder zugeführt werden.

Folgende Arbeitsannahmen werden dabei getroffen:

- Als Berechnungsgrundlage wird MQ gewählt, da sich die Ausbaudurchflüsse von WKA häufig auf diesen Wert beziehen.

- Es wird davon ausgegangen, dass sich vom Unterwasser kommende Fische proportional der Aufteilung der Durchflüsse verhalten und in die entsprechenden, möglichen Wanderwege einwandern. Beispiel: im Mutterbett verbleiben 30 % des Abflusses, während 70 % durch ein Ausleitungskraftwerk fließen. Mit einer Rate von 0,7 wandern die Fische Richtung WKA und mit 0,3 Richtung Mutterbett.
- Es wird davon ausgegangen, dass die einzelnen Wanderwege bis zum eigentlichen Wanderhindernis durchgängig sind. Das bedeutet, dass das Mutterbett ausreichend durchflossen wird und keine pessimalen Schnellen die Wanderung behindern. Auch die Unterwasserkanäle unterhalb der WKA werden ungeachtet ihres häufig naturfernen Ausbaues als durchwanderbar betrachtet.

Bei einem **Querbauwerk OHNE Ausleitung** beträgt die **großräumige Auffindbarkeitsrate immer 1**. Diese Annahme gilt streng genommen nur für kleine und „mittelbreite“ Gewässer. Bei sehr großen und breiten Gewässern ist die Auffindbarkeit einer Anlage nur an einer Uferseite an einem Wehr nicht unbedingt gewährleistet. Für die Gewässer im Untersuchungsgebiet wird davon ausgegangen, dass die Gewässer keine kritischen Breiten überschreiten.

Bei einem **Querbauwerk mit Ausleitung** werden ausgehend von Abb. 5 folgende Annahmen getroffen:

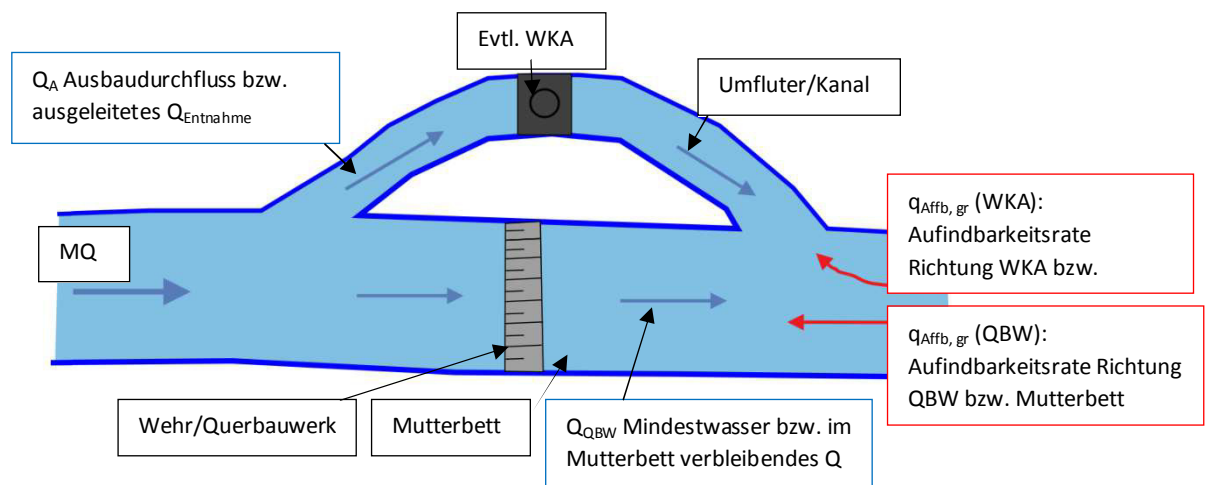


Abb. 5: Querbauwerk mit Ausleitung und Aufteilung des Durchflusses sowie der aufstiegswilligen Fische

- Der Anteil der Fische, der Richtung Querbauwerk wandert wird mit der großräumigen Auffindbarkeitsrate $q_{\text{Affb,gr}}(\text{QBW})$ bezeichnet. Demnach ergibt sich für den Anteil der Fische, die Richtung WKA (oder in Richtung des ausgeleiteten Wassers) wandert:

$$q_{\text{Affb,gr}}(\text{WKA}) = 1 - q_{\text{Affb,gr}}(\text{QBW})$$

Je nach Verhältnis Entnahmemenge zu MQ werden folgende Annahmen getroffen (Abb. 6):

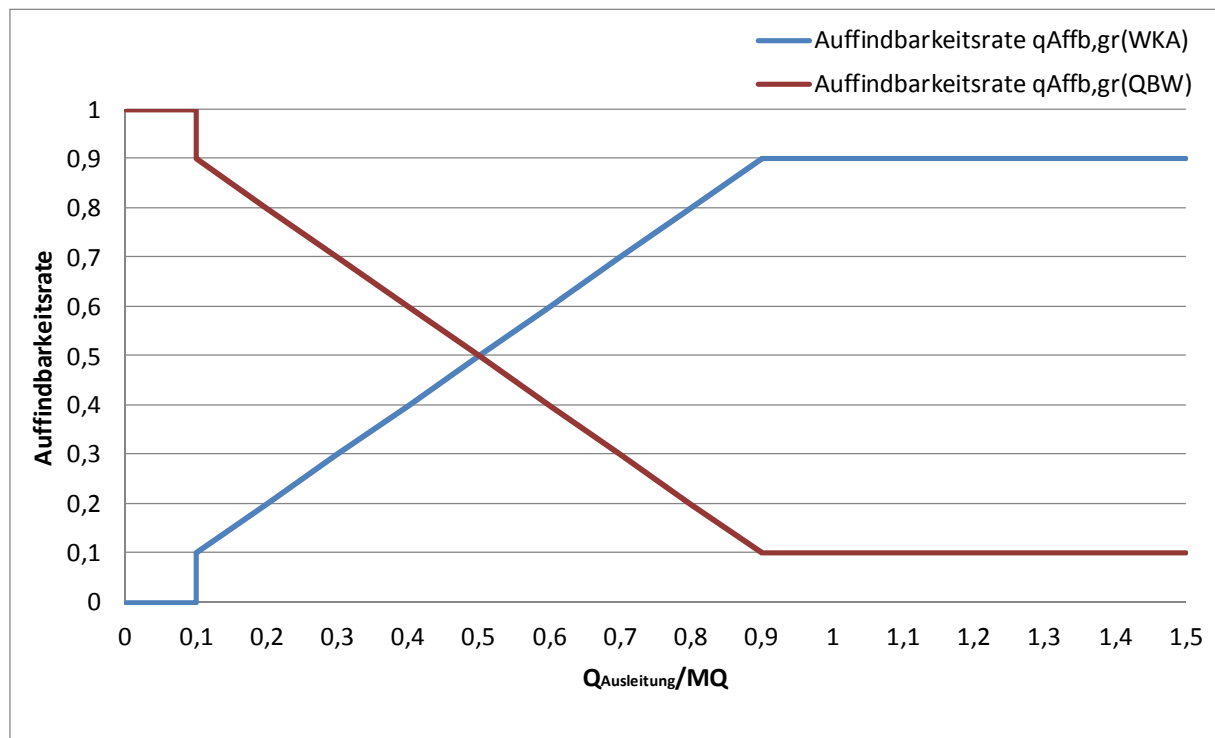


Abb. 6: Arbeitsannahme für die großräumige Auffindbarkeit bei unterschiedlichen Entnahmemengen (aus TLUG 2011)

- Bei einem Verhältnis Entnahmemenge $Q_{\text{Ausleitung}}/MQ$ zwischen 0,1 und 0,9 erfolgt die Aufteilung der aufsteigenden Fische im linearen Verhältnis zur Verteilung der Durchflussmengen.
- Bei einem Verhältnis Entnahmemenge $Q_{\text{Ausleitung}}/MQ$ größer 0,9 (hohe Entnahmemenge) wandern dennoch im Jahresmittel nur maximal 90 % der Fische Richtung Entnahme ab. Es wird davon ausgegangen, dass sich auch bei sehr geringfügigem Abfluss über das Wehr noch 10 % der Fische in diese Richtung orientieren. Dies hat auch strukturelle Gründe, da sich Fische an den Strukturen des (ehemaligen) Flussbettes orientieren, selbst wenn der Durchfluss sehr gering ist.
- Bei einem Verhältnis Entnahmemenge $Q_{\text{Ausleitung}}/MQ$ kleiner 0,1 (sehr geringe Entnahmemenge) wandern alle Fische in Richtung Querbauwerk ab. Die Auffindbarkeitsrate Richtung Querbauwerk wird auf 1 gesetzt. Hier wird unterstellt, dass sehr geringfügige Ausleitungen keinen Einfluss auf das Aufwanderverhalten im Flussbett haben.
- Befindet sich an der Ausleitung eine wirksame Einschwimmsperre im Unterwasser, erfolgt die Aufteilung der Wanderung 90 % Richtung Querbauwerk und 10 % Richtung Einschwimmsperre. Durch die Einschwimmsperre wird Wasser abgegeben, so dass eine teilweise fehlerhafte Orientierung der Fische nicht ausgeschlossen werden kann.
- Bei einem Querbauwerk mit Brauchwasserentnahme (z. B. Fischteiche oder Kühlwasser) wird, abweichend von den Vorgaben nach TLUG 2011, genauso verfahren, wie bei einem WKA-Standort. Letztendlich kommt es bezüglich der Einwanderungsmöglichkeit auf die Gestaltung der Rückspeisung an.
- Befinden sich in einem Ausleitungskanal mehrere WKA, werden diese bezüglich der Auffindbarkeit behandelt wie ein einziger WKA-Standort.

- Bei einem Querbauwerk mit verzweigten Ausleitungen und deshalb auch mehreren Rückspeisungen werden diese als eigene Wege behandelt, so dass sich auch eine großräumige Auffindbarkeit verteilt auf mehrere Wanderwege ergeben kann.

6.2.2 Kleinräumige Auffindbarkeit

Die kleinräumige Auffindbarkeit gibt an, wie der Einstieg einer Fischwanderhilfe im Bezug zum Wanderhindernis positioniert ist bzw. wie gut und schnell aufsteigende Fische in der Lage sind den Einstieg zu finden. Über die Auffindbarkeit entscheiden die Lage des Einstieges und die Leitströmung im Verhältnis zur konkurrierenden Strömung. Die Anforderungen nach DWA-M 509 müssen erfüllt sein. Die Bewertung in Form der kleinräumigen Auffindbarkeitsrate $q_{\text{Affb,kl}}$ erfolgt gestaffelt nach folgenden Kriterien (Tab. 14):

Tab. 14: Bewertung der kleinräumigen Auffindbarkeit eines Wanderweges für die flussauf gerichtete Wanderung (nach TLUG 2011)

Auffindbarkeitsrate $q_{\text{Affb,kl}}$	Fischökologische Definition	Einzelkriterien für kleinräumige Auffindbarkeit eines Wanderwegs Querbauwerk, Ausleitungskraftwerk, Flusskraftwerk
1,00	Unbeeinträchtigte Auffindbarkeit	Es ist kein Querbauwerk vorhanden ODER das Querbauwerk ist ein gewässerbreites Raugerinne.
0,975	Die Auffindbarkeit der Fischaufstiegsanlage ist nicht oder nur geringfügig beeinträchtigt: Die Strömung führt alle aufwandernden Fische an mindestens 300 Tagen (DWA-M 509) im Jahr zum Einstieg einer Fischaufstiegsanlage.	Kleinräumige Auffindbarkeit ist nahezu unbeeinträchtigt, wenn: Fischaufstiegsanlage am Querbauwerk UND/ ODER am Kraftwerk mit Positionierung nach DWA-M 509 (Fischaufstiegsanlage uferseitig neben dem Wasserkraftwerk bzw. Hindernis; Einstieg nicht ins Unterwasser vorgebaut. Leitströmung tritt nahezu parallel zur Hauptströmung aus und wird von schwankenden Unterwasserständen nicht beeinträchtigt.)
0,85	Die Auffindbarkeit der Fischaufstiegsanlage ist mäßig beeinträchtigt oder nur an mindestens 240 Tagen sichergestellt.	Kleinräumige Auffindbarkeit ist mäßig beeinträchtigt, wenn: Fischaufstiegsanlage am Querbauwerk, deren Positionierung und Leitströmung geringfügig von Anforderungen nach DWA-M 509 abweicht ODER Fischaufstiegsanlage uferseitig neben dem Wasserkraftwerk (Positionierung und Leitströmung weichen mäßig vom Stand der Technik ab)
0,60	Durch falsche Positionierung ist die Auffindbarkeit der Fischaufstiegsanlage erheblich beeinträchtigt.	Kleinräumige Auffindbarkeit ist erheblich beeinträchtigt, wenn: Fischaufstiegsanlage am Kraftwerk bzw. Querbauwerk. Einstieg weit ins Unterwasser vorgelagert, keine wahrnehmbare Leitströmung ODER Fischaufstiegsanlage am Ufer, das dem Kraftwerk bzw. der Hauptströmung gegenüberliegt
0,00	Fischaufstiegsanlage ist nicht auffindbar.	Kleinräumige Auffindbarkeit ist nicht gegeben, wenn: Aufstiegsanlage nicht sicher auffindbar ist, da vollkommen falsch positioniert. ODER Es existiert keine Fischaufstiegsanlage.

6.2.3 Passierbarkeit

Die Passierbarkeit einer Fischaufstiegsanlage ist neben der Auffindbarkeit entscheidend für den Erfolg des Aufstieges. In erster Linie sind dafür die baulichen und hydraulischen Parameter verantwortlich. Bei richtiger Ausführung ist es nicht entscheidend, in welcher Bauweise die Fischaufstiegsanlage errichtet wird. Die hydraulischen Parameter müssen so beschaffen sein, dass auch schwimmschwache Fische aufsteigen können. Außerdem muss die bauliche Ausführung gewährleisten, dass auch die größten Fische den Pass nutzen können. Diese Kriterien gelten auch für Raugerinne mit oder ohne Einbauten. Im Einzelfall können auch Querbauwerke, die nicht speziell für den Fischwechsel umgebaut wurden, bei bestimmten Wasserständen passierbar sein (Tab. 15). Für die Einschätzung der Einhaltung der baulichen und hydraulischen Parameter sind die Grenz- und Bemessungswerte nach DWA-M 509 zu beachten. Lagen Funktionskontrollen vor, wurden diese in die Bewertung einbezogen. Im Endergebnis der Bewertung ergibt sich eine Passierbarkeitsrate der Anlage q_{pass} .

Bei der Passierbarkeit wird unterschieden zwischen Querbauwerken ohne (Tab. 15) und mit (Tab. 16) gesonderter Fischaufstiegsanlage. Bei Raugerinnen mit beckenartigen Strukturen wird Tab. 16 zugrunde gelegt.

Tab. 15: Bewertung der Passierbarkeit eines Querbauwerkes ohne gesonderte Fischaufstiegsanlage (nach TLUG 2011)

Passierbarkeitsrate q_{pass}	Fischökologische Definition	Einzelkriterien Querbauwerk ohne Fischaufstiegsanlage
1,00	Unbeeinträchtigte Aufwanderung	Es ist kein Querbauwerk vorhanden.
0,975	Passierbarkeit des Standortes ist nur geringfügig beeinträchtigt und an mindestens 300 Tagen/Jahr gegeben.	Das Querbauwerk ist flach geneigt, mit rauer Oberfläche und ausreichender Wassertiefe im Wanderkorridor, so dass es fast ebenso leicht passierbar ist wie eine natürliche Rausche.
0,85	Passierbarkeit des Standortes ist an mindestens 240 Tagen und/oder für einzelne Arten und/oder Größen nur eingeschränkt gegeben.	Am Querbauwerk weichen die hydraulischen Bedingungen auch bei höherem Rückstau nur mäßig von den Grenzwerten nach DWA-M 509.
0,60	Der Standort ist nur von erheblich eingeschränktem Arten- und Größenspektrum überwindbar.	Das Querbauwerk ist so steil und hoch, dass auch bei höherem Rückstau die hydraulischen Grenzwerte nach DWA-M 509 erheblich abweichen.
0,00	Der Standort ist auch bei Hochwasser nicht passierbar.	Das Querbauwerk wird bei Hochwasser nicht überstaut und die hydraulischen Grenzwerte nach DWA-M 509 weichen gravierend ab.

Tab. 16: Bewertung der Passierbarkeit eines Querbauwerkes mit gesonderter Fischaufstiegsanlage (nach TLUG 2011)

Passierbarkeitsrate q_{Pass}^*	Fischökologische Definition	Einzelkriterien Querbauwerk mit Fischaufstiegsanlage
1,00	Unbeeinträchtigte Aufwanderung	Es ist kein Querbauwerk vorhanden.
0,975	Passierbarkeit des Standortes ist nur geringfügig beeinträchtigt und an mindestens 300 Tagen/Jahr gegeben.	Aufstiegsanlage entspricht dem Stand der Technik sowohl für die größten als auch die leistungsschwächsten Arten und Entwicklungsstadien.
0,85	Passierbarkeit des Standortes ist an mindestens 240 Tagen und/ oder für einzelne Arten und/ oder Größen nur eingeschränkt gegeben.	Mäßige Abweichungen von den Grenzwerten nach DWA-M 509 bezüglich Strömungsgeschwindigkeit, Energieeintrag, Dimensionen etc..
0,60	Der Standort ist nur von erheblich eingeschränktem Arten- und Größenspektrum überwindbar.	Erhebliche Abweichungen von den Grenzwerten nach DWA-M 509
0,00	Der Standort ist nicht passierbar.	Gravierende Abweichungen von den Grenzwerten nach DWA-M 509

6.2.4 Standortbezogene Gesamtbewertung

Für die standortbezogene Gesamtbewertung wurde in einem ersten Schritt die Aufstiegsrate für jeden einzelnen möglichen Weg ermittelt (Abb. 7). Dies erfolgt durch die Multiplikation der drei Parameter $q_{\text{Affb,gr}}$, $q_{\text{Affb,kl}}$ und q_{pass} . Bei einem Flusskraftwerk wird dies nur ein Weg sein, bei einem Ausleitungskraftwerk sind zwei Wege die Regel, aber es können bei weiterer Aufzweigung des Standortes auch mehrere Wege möglich sein.

Bei Vorhandensein von zwei oder mehr Wegen wird die Aufstiegsrate des Gesamtstandortes in einem zweiten Schritt über die Addition der Aufstiegsraten der einzelnen Wege erreicht.

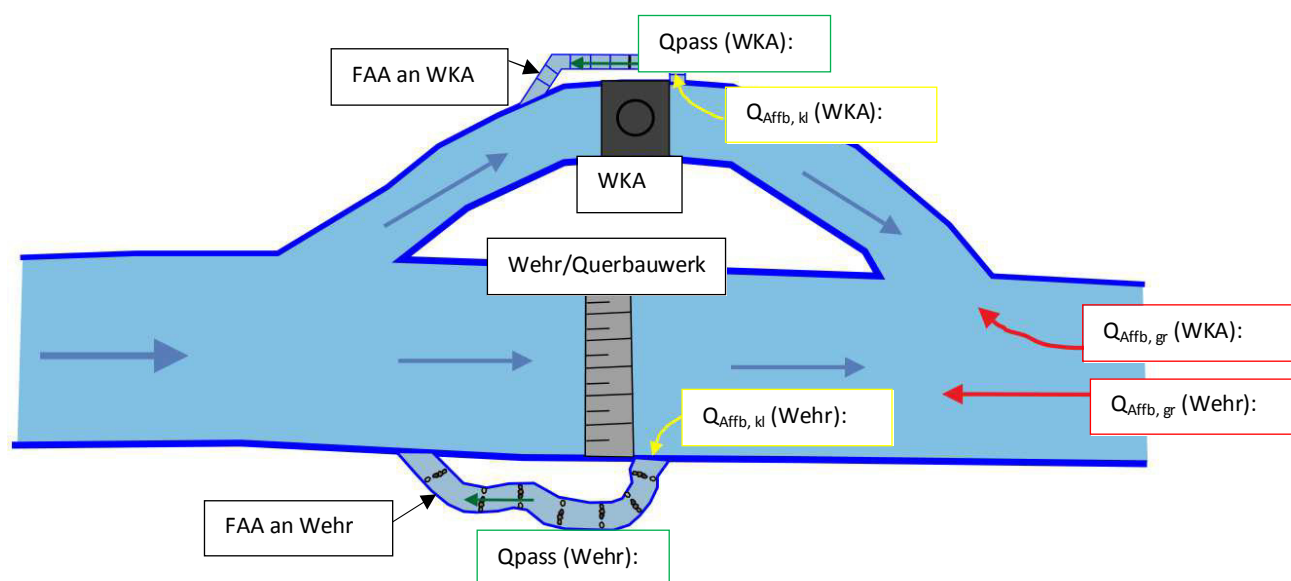


Abb. 7: Darstellung der einzelnen Parameter für Auffindbarkeit und Passierbarkeit an einem Ausleitungsstandort unter Berücksichtigung der einzelnen möglichen Wanderwege.

Die Bewertung eines Standortes mit Ausleitung im Ist-Zustand ist exemplarisch an einem Beispiel dargestellt (Tab. 17).

Tab. 17: Aufstiegsrate am einem Standort im Ist-Zustand (X Multiplikation; + Addition)

Wanderweg	MQ [m³/s]	Abflussauf- teilung bei MQ [m³/s]	Großräum. Auffind- barkeit	Kleinräum. Auffind- barkeit	Passierbar- keitsrate	Aufstiegs- rate Weg	Aufstiegs- rate Standort
Mühlgraben	1,196	0,39	0,33	X 0,00	X 0,00	= 0,00	0,641
Wehr		0,81	0,67	X 0,975	X 0,975	= 0,641	

6.2.5 Erreichbarkeitsrate

Um die Situation für weit wandernde Fischarten darzustellen, die bis zum Erreichen gut geeigneter Laichareale ggfs. mehrere Querbauwerke überwinden müssen, wurde die kumulierte Aufstiegsrate bzw. Erreichbarkeitsrate für bestimmte Gewässerabschnitte (Zielgebiete, siehe Kap. 6.1 und 8.3) berechnet. Dies wurde nur für den Planzustand durchgeführt. Die Werte sind in Anhang 20 dargestellt.

Für die Kumulation wird die Aufstiegsrate des jeweiligen Standortes mit der bisher erreichten unterhalb liegenden kumulierten Erreichbarkeitsrate multipliziert. Zum Teil mussten auch innerhalb bestimmter Standorte kumulierte Aufstiegsraten berechnet werden, z. B. wenn mehrere Querbauwerke in einem Gewässerarm hintereinanderlagen. Dies war z. B. im System der Gera in Erfurt und in Arnstadt notwendig (siehe Ergebnisbericht Gera).

6.3 Bewertung der flussab gerichteten Durchgängigkeit

Auch die flussabwärts gerichtete Durchgängigkeit wurde nach einem mehrstufigen System bewertet. In erster Linie erfolgte die Bewertung an Standorten mit WKA. Aber auch bei Wehrstandorten ohne Wasserkraftnutzung kann die Abwanderung behindert werden, so dass alle Wehre bewertet wurden. Für die Abwanderung sind folgende Komponenten von Bedeutung:

- In welchem Verhältnis werden absteigenden Fische zur WKA bzw. zum Wehr abgeleitet?
- Existieren an der WKA geeignete Schutzanlagen?
- Existieren geeignete und gut auffindbare Abwanderwege?
- Falls Fische die Turbinen passieren (müssen): In welchem Ausmaß werden sie geschädigt?
- Ist beim Abstieg über den Wehrkörper mit Schädigungen zu rechnen?

Da Aal und Lachs im Untersuchungsgebiet nicht als Zielarten fungieren, wurden bei der Bewertung der Fischabwanderung potamodrome Fische als „Gesamtheit“ betrachtet. Obwohl es hier Fischarten mit relativ unterschiedlichen Ansprüchen an die Abwanderung ergibt, würde eine Aufspaltung dieser Gruppe zu aufwändig für den hier verfolgten Zweck werden. Für die Beurteilung der Ansprüche an die Abwanderung und die Schädigungsraten wurden verfügbare Untersuchungen zum Abwanderverhalten potamodromer Fische ausgewertet (z. B. SCHMALZ & SCHMALZ 2007, SCHMALZ 2010, WAGNER 2016). Es wurden vor allem Arten der Äschen- und Forellenregion betrachtet.

Wichtige Anmerkung: Potamodromen Arten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Körpergröße und ihres Abwanderverhaltens stark. Die entsprechenden Angaben dürfen keinesfalls für einzelne Arten angewendet werden, sondern sind als artübergreifende Durchschnittswerte zu verstehen.

Es wird an dieser Stelle weiterhin darauf hingewiesen, dass die Abwanderung und die damit verbundenen Verhaltensweisen, die zum erfolgreichen Auffinden von geeigneten Wanderwegen führen, nicht vollständig und für alle Arten und Altersstadien verstanden sind. Für die Gestaltung von geeigneten Wanderwegen wurde der derzeit aktuelle Stand des Wissens und der Technik von EBEL (2013) zusammengefasst. In diesem Werk wurde eine Vielzahl an nationalen und internationalen Studien zusammengefasst und ausgewertet und darauf basierend z. B. die Bewertung von Standorten oder der Turbinenmortalität ermöglicht sowie Empfehlungen für Berechnung und Bau von Fischabwanderwegen gegeben. Die Fischabwanderung ist aktuell Gegenstand vieler Forschungsprojekte. In diesem Bereich sind in der Zukunft weitere neue Erkenntnisse und daran angepasst Empfehlungen für bauliche Einrichtungen zu erwarten.

Wie auch beim Fischaufstieg erfolgten die Bewertungen sowohl für den Ist- als auch für den Planzustand nach dem gleichen Schema.

Rechnerische Grundlagen für die Bewertung

6.3.1 Großräumige Auffindbarkeit

Als Arbeitsannahme wird bei der großräumigen Auffindbarkeit von Abwanderwegen davon ausgegangen, dass abwanderwillige Fische die Hauptströmung nutzen und sich bei Aufspaltungen von Wanderwegen prozentual der Durchflussaufteilung verhalten. Dabei können vier Fälle unterschieden werden:

1. Querbauwerke ohne Wasserkraftnutzung und ohne Ausleitung:
2. Querbauwerke ohne Wasserkraftnutzung mit Ausleitung für andere Zwecke.
3. Querbauwerke mit Wasserkraftnutzung und ohne Ausleitung (Flusskraftwerke)
4. Querbauwerke mit Wasserkraftnutzung mit Ausleitung (Ausleitungskraftwerke)

Anders als beim Fischaufstieg wird die prozentuale Aufteilung beim Fischabstieg differenzierter betrachtet.

Im **Fall 1** (ohne WKA und ohne Ausleitung) beträgt die großräumige Auffindbarkeit 1, da immer das gesamte Wasser über das Querbauwerk abgegeben wird.

Bei den **Fällen 2 und 4** wird die großräumige Auffindbarkeit bis zu einem bestimmten Verhältnis von Q_A zu MQ prozentual zur Abflussaufteilung festgelegt. Ab einer Rate Q_A/MQ von $> 0,9$ wird festgelegt, dass immer 90 % der Fische Richtung Ausleitung wandern und 10 % über das Wehr absteigen. Selbst wenn der Ausbaudurchfluss MQ übersteigt, wird dieses Verhältnis gewählt. Diese Vorgehensweise wird damit begründet, dass im Jahresmittel selbst bei großen Ausleitungen immer wieder das Wehr überströmt wird und somit als Abwanderweg in Frage kommt. Diese Ausführungen gelten **auch für Fall 3** (Flusskraftwerk). (Achtung: Dies weicht von den Annahmen beim Fischaufstieg ab.)

Für den Fall, dass sich am Wehr ein Restwasserkraftwerk befindet, wird bei der Berechnung der großräumigen Auffindbarkeit folgendermaßen vorgegangen: Das Schluckvermögen beider WKA wird summiert und entspricht der Gesamtentnahmemenge. Ist das Verhältnis Gesamtentnahmemenge zu $MQ > 0,9$ gilt auch hier: 90 % des Wasser werden über Restwasser-WKA + Haupt-WKA abgegeben und

10 % über das Wehr. Die großräumige Aufteilung auf die beiden WKA entspricht dann dem prozentualen Verhältnis des Schluckvermögens der beiden WKA. Wenn die Restwasser-WKA bevorzugt betrieben wird und der Haupt-WKA demnach bei MQ weniger als ihr eigentlich mögliches Schluckvermögen zufließt, wird dies auch so für die großräumige Auffindbarkeit berücksichtigt. Die Haupt-WKA bekommt dann MQ abzüglich Wassermenge Wehr abzüglich des Schluckvermögens der Restwasser-WKA. In einem derartigen Fall können bis zu drei Hauptabwanderwege festgelegt sein.

6.3.2 Ableitung von Fischen im Nahbereich

Die Bewertung der Ableitung von Fischen im Nahbereich entspricht der Vorgehensweise der Studie zur Durchgängigkeit der Werra (TLUG 2015a), angepasst an die Verhältnisse bei potamodromen Arten.

Die **kleinräumige Auffindbarkeit** von Abstiegswegen wird nur für Standorte mit Wasserkraftanlagen untersucht, da an Standorten ohne WKA keine gesonderte Auffindbarkeit von Abstiegswegen notwendig ist.

Ob und in welchem Ausmaß ein Fisch eine Möglichkeit zur Abwanderung im Bereich einer WKA findet, hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Schutzwirkung des Rechens (= Stababstand, ist abhängig von der Körpergröße der Zielart)
- Anströmgeschwindigkeit des Rechens
- Auffindbarkeit des möglichen Abwanderweges

Alle Faktoren haben eine enge Wechselwirkung untereinander, die auf baulichen und verhaltensbiologischen Komponenten beruht. So lassen sich z. B. Fische unter Umständen auch von einem Rechen zurückhalten, dessen Stababstände eine Passage ermöglichen würden.

Im Nahbereich der WKA bieten sich für den Fisch theoretisch mehrere Möglichkeiten an.

1. Der Fisch wird von einer Schutzeinrichtung (z. B. Rechen) von der Passage der Turbine abgehalten und findet den Weg über eine Abstiegseinrichtung (z. B. Bypass). Die Kombination aus der (sowohl mechanisch als auch verhaltensbiologisch bedingten) Schutzwirkung des Rechens und dem Vermögen des Bypasses, Fische erfolgreich abzuleiten, wird als Systemableitrate bezeichnet (siehe Kap. 6.3.3).
2. Der Fisch findet den Bypass nicht (oder es ist keiner vorhanden) und passiert den Rechen. Diese Rechenpassagerate berücksichtigt nur die rein mechanische Schutzwirkung (kann der Fisch aufgrund seiner Körpermaße den Rechen passieren) (Kap. 6.3.7).
3. Der Fisch hat den Rechen passiert und steigt (mit entsprechendem Verletzungsrisiko) durch die Turbine ab = Überlebensrate der Turbine (Kap. 0).
4. Er verbleibt im Oberwasser (und kann entweder am Rechen geschädigt werden, oder steigt gar nicht ab). In beiden Fällen fallen diese Tiere für die weitere Berechnung aus.

6.3.3 Komponenten der Systemableitungsrate

Die **Systemableitungsrate** ist eine Kombination aus den Faktoren der **kleinräumigen Auffindbarkeit** des Fischabstiegsweges (Kap. 6.3.4) und des **Rückhaltevermögens** des Rechens (Kap. 6.3.5 und 6.3.6). Sie gibt demnach an, welcher Anteil an Fischen sich an einem gegebenen Standort durch die Kombination aus Rechen und Bypass ableiten lässt.

Das Rückhaltevermögen des Rechens beinhaltet auch eine Verhaltenskomponente. Dies bedeutet, dass sich vorerst auch Fische zurückhalten lassen, die den Rechen eigentlich aufgrund ihrer körperlichen Dimensionen passieren könnten. Die kleinräumige Auffindbarkeit beurteilt die Positionierung und Dotation des Ableitungsweges und wird je nach Ausprägung abgestuft. Weiterhin wird hier der Einfluss der Anströmgeschwindigkeit einbezogen. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich die Systemableitrate mit steigender Anströmgeschwindigkeit verschlechtert, da die Fische nicht mehr so viel Zeit haben, um den Bypass zu finden. Eine Erschöpfung und ggfs. nachfolgende Passage des Rechens bzw. Verletzung am Rechen tritt schneller ein. **Für die Berechnung der Systemableitrate wird die kleinräumige Auffindbarkeit des Abwanderweges mit der Rückhalterate (Grundableitrate) der mechanischen Barriere multipliziert.**

6.3.4 Kleinräumige Auffindbarkeit

Für eine gute kleinräumige Auffindbarkeit des Abstiegsweges muss der Einstieg in unmittelbarer Nähe des Wanderhindernisses angeordnet sein und eine ausreichend groß dimensionierte Einstiegsöffnung besitzen. Darüber hinaus wird ein im Verhältnis zur konkurrierenden Strömung ausreichend großer Abfluss für die Abstiegsanlage benötigt. In der Praxis zeigt sich, dass vorhandene Abstiegswege von diesen Anforderungen mehr oder weniger stark abweichen. Für die Bewertung der Positionierung und Dotation wird nach TLUG (2011) folgende Tabelle herangezogen (Tab. 18).

Tab. 18: Bewertung der Kleinräumigen Auffindbarkeit von Wanderwegen für die flussabwärts gerichtete Wanderung (aus TLUG 2011)

Bewertungs- stufe	Fischökologische Definition	Technische Kriterien Bypass am Wasserkraftwerk bzw. Entnahmebauwerk
1,00	Unbeeinträchtigte Abwanderung	Keine Wasserkraftnutzung oder Wasserentnahme
0,975	Die Auffindbarkeit von Abwanderwegen ist nur geringfügig beeinträchtigt .	Abstiegsanlage an der Nutzungseinrichtung, Positionierung und Abfluss optimal
0,85	Die Auffindbarkeit von Abwanderwegen ist mäßig beeinträchtigt .	Abstiegsanlage an der Nutzungseinrichtung, Positionierung und Abfluss von optimalen Bedingungen mäßig abweichend
0,60	Die Auffindbarkeit von Abwanderwegen ist erheblich beeinträchtigt .	Abstiegsanlage an der Nutzungseinrichtung, Positionierung und Abfluss von den optimalen Bedingungen erheblich abweichend
0,00	Abwanderwege sind nicht vorhanden oder nicht auffindbar .	Keine oder unwirksame Abstiegsanlage an der Nutzungseinrichtung oder Abstiegsanlage nur in sehr geringem Maß auffindbar

6.3.5 Schutzrate des Rechens (Grundableitrate)

Schutzeinrichtungen vor Wasserkraftanlagen sind in der Regel Rechenanlagen. Diesen kommt die Aufgabe zu, die Fische am Eindringen in die Turbinen zu hindern. Sind die lichten Rechenstababstände größer als die Fischbreite bzw. Fischhöhe, können die Tiere den Rechen passieren. Sie tun dies jedoch nicht in jedem Fall, sondern können sich auch aufgrund von Strömungsbildern etc. von der Passage abhalten lassen. Ein ausreichender mechanischer Schutz wird erst bei entsprechend engen

Stababständen in Verbindung mit moderaten Anströmgeschwindigkeiten möglich. Ist die Anströmgeschwindigkeit höher als 0,5 m/s können Fische in Abhängigkeit ihrer Schwimmleistung gegen den Rechen gepresst und verletzt werden. Das Zusammenspiel von mechanischer Schutzwirkung und der oben angesprochenen Verhaltenskomponente entscheidet über die Ableitrate von Fischen bzw. das Ableitvermögen des Rechens.

In TLUG (2011) wird in Tabelle 5-8 eine „Schutzrate an mechanischen Barrieren“ angegeben, die bereits die **optimale** kleinräumige Auffindbarkeit mit 0,975 berücksichtigt. Im Umkehrschluss wurde eine „**reine**“ **Grundableitrate** des Rechens herausgerechnet, die nur das Vermögen des Rechens beschreibt, den Fisch an der Passage zu hindern. Dabei handelt es sich um eine Kombination aus mechanischer und Verhaltenskomponente. Die Grundableitrate ist abhängig von der Anströmgeschwindigkeit. Dabei wird davon ausgegangen, dass bei erhöhter Anströmgeschwindigkeit dem Fisch weniger Zeit und Energie zum Suchen einer Abwanderung verbleibt und somit eine erhöhte Passage des Rechens befürchtet werden muss. Die in Tab. 19 angegebene Grundableitrate gibt somit an, welcher Anteil an Fischen sich bei gegebenem Stababstand und gegebener Anströmgeschwindigkeit vom Rechen zurückhalten lässt.

Tab. 19: Ableitvermögen der mechanischen Barriere für potamodrome Fischarten

Lichte Stabweite	Grundableitrate des Rechens (inkl. Verhaltenskomponente)	
	$v_A \leq 0,5 \text{ m/s}$	$v_A > 0,5 \text{ m/s} (< 1 \text{ m/s})$
$\leq 10 \text{ mm}$	0,85	0,8
15 mm	0,75	0,60
20 mm	0,60	0,40
$> 20 \text{ mm}$	0,10	0,05

6.3.6 Abstufungen der Systemableitrate

Zu den Werten dieser Grundableitrate werden die unterschiedlichen Grade der kleinräumigen Auffindbarkeit multipliziert. Dies ergibt abgestufte Tabellen für die Systemableitrate, je nach Grad der Auffindbarkeit des Bypasses (Tab. 20 bis Tab. 23). (Dessen Funktion muss zur Anwendung der Tabellen in einem vorhergehenden Schritt nach Tab. 18 bewertet werden.)

Tab. 20: Systemableitrate bei geringfügig beeinträchtigtem Abwanderweg

Lichte Stabweite	Systemableitrate bei geringfügig beeinträchtigter Auffindbarkeit des Bypasses (entspr. kleinr. Auff. 0,975, nach Tab. 18)	
	$v_A \leq 0,5 \text{ m/s}$	$v_A > 0,5 \text{ m/s} (< 1 \text{ m/s})$
$\leq 10 \text{ mm}$	0,83	0,78
15 mm	0,73	0,59
20 mm	0,59	0,39
$> 20 \text{ mm}$	0,1	0,05

Tab. 21: Systemableitrate bei mäßig beeinträchtigtem Abwanderweg

Lichte Stabweite	Systemableitrate bei mäßig beeinträchtigter Auffindbarkeit des Bypasses (entspr. kleinr. Auff. 0,85, nach Tab. 18)	
	$v_A \leq 0,5 \text{ m/s}$	$v_A > 0,5 \text{ m/s} (< 1 \text{ m/s})$
$\leq 10 \text{ mm}$	0,72	0,68
15 mm	0,64	0,51
20 mm	0,51	0,34
$> 20 \text{ mm}$	0,09	0,04

Tab. 22: Systemableitrate bei erheblich beeinträchtigtem Abwanderweg

Lichte Stabweite	Systemableitrate bei erheblich beeinträchtigter Auffindbarkeit des Bypasses (entspr. kleinr. Auff. 0,6, nach Tab. 18)	
	$v_A \leq 0,5 \text{ m/s}$	$v_A > 0,5 \text{ m/s} (< 1 \text{ m/s})$
$\leq 10 \text{ mm}$	0,51	0,48
15 mm	0,45	0,36
20 mm	0,36	0,24
$> 20 \text{ mm}$	0,06	0,03

Tab. 23: Systemableitrate bei unwirksamem Abwanderweg

Lichte Stabweite	Systemableitrate bei unwirksamem Bypass (entspr. kleinr. Auff. 0,0, nach Tab. 18)	
	$v_A \leq 0,5 \text{ m/s}$	$v_A > 0,5 \text{ m/s} (< 1 \text{ m/s})$
$\leq 10 \text{ mm}$	0,00	0,00
15 mm	0,00	0,00
20 mm	0,00	0,00
$> 20 \text{ mm}$	0,00	0,00

6.3.7 Rechenpassagerate

Da je nach Vorhandensein oder Qualität der Auffindbarkeit eines Abwanderweges nicht alle Fische diesen nutzen, verbleibt ein Teil der Tiere vor dem Rechen. Dieser Anteil wird als „1 abzüglich Systemableitrate“ angegeben. Je geringer also die Systemableitrate ist (= je schlechter Schutzwirkung und Auffindbarkeit sind), desto mehr Fische werden vor dem Rechen verbleiben.

Da die zurückbleibenden Tiere, je nach Stababstand der mechanischen Barriere und Zielfischdimensionen den Rechen passieren können, sind hierfür weitere Annahmen notwendig. Mit der Rechenpassagerate wird eingeschätzt, mit welchem Anteil die vor der Barriere anstehenden Fische den Rechen und somit im Endeffekt die Turbinen passieren können (siehe Tab. 24). Dieser Rate liegt die Annahme zugrunde, dass die Tiere bei entsprechender Körpergröße zwar den Rechen passieren können, aber ein gewisser Teil dennoch eine Passage verweigert. Dieser letztendlich zurückbleibende Teil wird z. B. vom Rechenreiniger erfasst oder unterbricht die Abwanderung und verbleibt im Oberwasser. (Diese Fische gehen dem Gesamtsystem verloren.) Die Rechenpassagerate ist nicht von der Anströmgeschwindigkeit des Rechens abhängig, da dieser Faktor bereits bei der Systemableitrate

berücksichtigt wurde. Da bei potamodromen Fischen ein Großteil der abwandernden Tiere durch Jungfische gebildet wird, ist es auch mit einem 10 mm Rechen nicht möglich, alle Tiere zurückzuhalten. Nach Messungen von SCHMALZ & SCHMALZ (2007) und SCHMALZ (2010) sind Fische mit einer Dicke von 10 mm zwischen 7 und 12 cm lang und demnach meist schon größer als 0+-Tiere.

Tab. 24: Rechenpassageraten in Abhängigkeit von der lichten Stabweite.

Lichte Stabweite	Rechenpassagerate
≤ 10 mm	0,50
15 mm	0,75
20 mm	0,85
>20 mm	0,95

6.3.8 Überlebensrate der Turbinenpassage

Hinsichtlich turbinenbedingter Fischschäden bei potamodromen Arten sind etliche Veröffentlichungen erschienen, EBEL (2013) gibt dazu einen ausführlichen Überblick.

Die Häufigkeit und die Art von Verletzungen ist abhängig von

- Turbinentyp
- Turbinendimensionierung
- Fallhöhe
- Betriebszustand der Turbine (Volllast/Teillast)
- Fischart und -größe.

Die theoretische Abschätzung der Überlebensraten bei der Turbinenpassage wurde aus verschiedenen Untersuchungen bezogen. Es wird darauf hingewiesen, dass mittlerweile detaillierte Berechnungsansätze für die Überlebensrate bei verschiedenen Turbinenarten existieren (EBEL 2013), diese jedoch die Aufnahme einer großen Vielzahl an Parametern, insbesondere zu den technischen Daten der Turbine erfordern. Diese detaillierte Aufnahme war im Rahmen der Studie nicht möglich.

Tab. 25 enthält die angenommenen durchschnittlichen Überlebensraten entsprechend Turbinentyp für potamodrome Arten.

Tab. 25: Theoretische, abgeschätzte Überlebensraten von potamodromen Arten bei der Turbinenpassage bei kleinen WKA ($Q_A < 10 \text{ m}^3/\text{s}$)

Turbinentyp	Annahme Überlebensrate	Quelle
Francis	0,8	SCHMALZ & SCHMALZ (2007), SCHMALZ (2010)
Kaplan	0,8	TLUG (2011)
Wasserkraft-Schnecke	0,8	Zusammenfassung bei EBEL (2013)
Oberschlächtiges Wasserrad	0,95	Schätzung
mittelschlächtiges Wasserrad	0,9	Schätzung, SCHMALZ (2016)

6.3.9 Schädigungen bei der Passage von Querbauwerken

Fische, die an einem Querbauwerk der Strömung Richtung Wehr folgen, können theoretisch über den Wehrrücken absteigen. Über den Anteil der hier absteigenden Fische entscheidet die großräumige

Auffindbarkeit. Auch bei der Wehrpassage können Schädigungen auftreten, die je nach Ausprägung des Wehrkörpers, der Fallhöhe und der Beschaffenheit des Unterwassers abgestuft werden.

Hierfür wird folgende Tabelle verwendet (Tab. 26):

Tab. 26: Überlebensrate bei Passage des Wehres

Überlebensrate	Fischökologische Definition	Technische Kriterien
1,00	Keine letale Schädigung abwandernder Fische	Es ist kein Querbaubauwerk vorhanden. ODER Das Querbauwerk ist derart beschaffen, dass Schädigungen ausgeschlossen werden können
0,975	Eine geringe Anzahl abwandernde Fische wird letal geschädigt.	Absturzhöhe des Querbauwerkes geringer als 10 m UND ausreichendes Wasserpolster (mindestens $\frac{1}{4}$ der Fallhöhe) im Unterwasser; keine Toskörper oder andere Strukturen, die abwandernde Fische gefährden. Aufgrund der Bauweise des Querbauwerkes (Rauheit etc.) können jedoch Schädigungen nicht völlig ausgeschlossen werden.
0,85	Eine mäßige Anzahl abwandernde Fische wird letal geschädigt.	Die Absturzhöhe des Querbauwerkes beträgt 10 bis 15 m UND/ ODER unzureichendes Wasserpolster (weniger als $\frac{1}{4}$ der Fallhöhe) im Unterwasser, um Schädigungen abwandernder Fische zuverlässig zu verhindern bzw. eine mäßige Gefahr mit Toskörpern oder anderen Strukturen zu kollidieren.
0,60	Eine erhebliche Anzahl abwandernde Fische wird letal geschädigt.	Die Absturzhöhe des Querbauwerkes beträgt 15 bis 20 m UND/ ODER unzureichendes Wasserpolster (wesentlich weniger als $\frac{1}{4}$ der Fallhöhe) im Unterwasser, um Schädigungen abwandernder Fische zuverlässig zu verhindern bzw. eine erhebliche Gefahr mit Toskörpern oder anderen Strukturen zu kollidieren.
0,00	Alle abwandernden Fische werden letal geschädigt.	Die Absturzhöhe des Querbauwerkes beträgt mehr als 20 m UND/ ODER Im Unterwasser prallen alle Fische auf feste Oberflächen oder Toskörper.

grau ... für das Untersuchungsgebiet nicht zutreffend

6.3.10 Standortbezogene Gesamtbewertung

Die Berechnung der Überlebensrate des Standortes wird in Flussdiagrammen bzw. -tabellen dargestellt, in denen jeder einzelne Abwanderweg gesondert aufgeführt wird. Abb. 8 zeigt die einzelnen Komponenten bei der Fischabwanderung an einem Ausleitungskraftwerk.

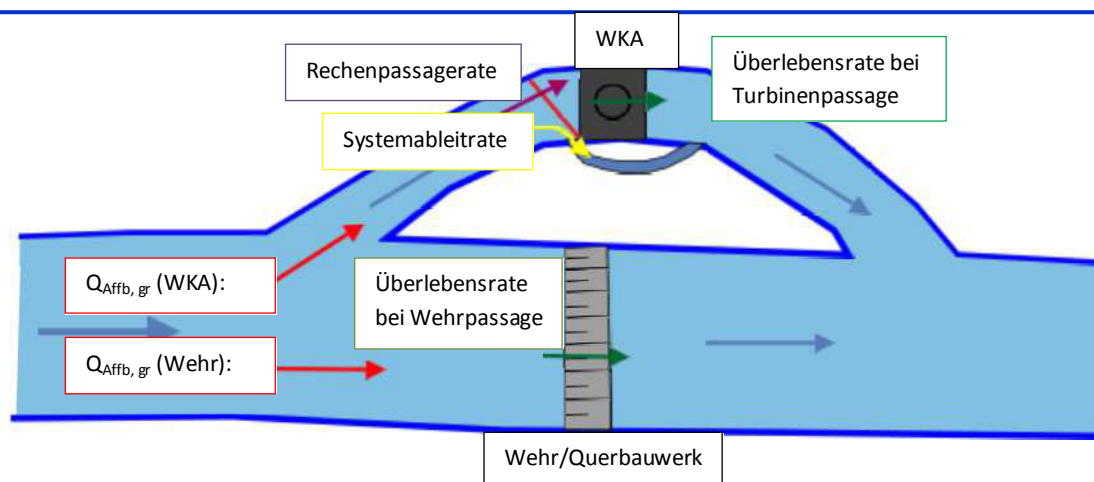


Abb. 8: Komponenten der Fischabwanderung an einem Ausleitungskraftwerk

Für die einzelnen Überlebensraten pro Weg werden die verschiedenen Komponenten in folgender Weise multipliziert:

Überlebensrate Weg 1: Bypass WKA = Großräumige Auffindbarkeit WKA * Systemableitrate

Überlebensrate Weg 2: WKA = Großräumige Auffindbarkeit WKA * (1- Systemableitrate) * Rechenpassagerate * Überlebensrate Turbine

Überlebensrate Weg 3: Wehr = Großräumige Auffindbarkeit Wehr * Überlebensrate Wehr

Die Summe der jeweiligen Überlebensraten pro Weg ergibt die Überlebensrate des Gesamtstandortes.

Nachstehend wird beispielhaft die Ist-Situation an der WKA Lohmühle (A 17) für abwandernde Fische dargestellt (Tab. 27).

Ausgangssituation:

WKA	Ausleitungskraftwerk
Bypass	nicht vorhanden
Auffindbarkeit Bypass oberflächennah	entfällt
Auffindbarkeit Bypass sohlennah	entfällt
Rechen	20 mm
Anströmgeschwindigkeit	0,35 m/s
Restwasserforderung	0,065 m³/s
Turbine	1 Kaplan

Tab. 27: Bewertung der flussab gerichteten Passierbarkeit des Standortes für absteigende Fische

Potamodrome Arten							
Abwanderweg	MQ Standort [m³/s]	Abflussauft. bei MQ [m³/s]	Großräum. Auffind- barkeit	System- ableitungs- -rate	Rechen- passage- rate	Über- lebensrate Turbine/ Wehr	Über- lebens- rate Standort
Bypass WKA	0,871	0,806	0,9	0,0			0,000
WKA				1,0	0,85	0,80	0,612
Wehr		0,065	0,1			0,85	0,085
Überlebensrate Standort							0,697

Die Tabelle ist folgendermaßen zu lesen:

- Bei einer Abflussaufteilung bei MQ ($=0,871 \text{ m}^3/\text{s}$) von $0,806 \text{ m}^3/\text{s}$ Richtung WKA und $0,065 \text{ m}^3/\text{s}$ Richtung Wehr ergibt sich eine großräumige Auffindbarkeitsrate von 0,9 Richtung WKA und 0,1 Richtung Wehr. Da die Mindestwasserforderung weniger als 10 % von MQ beträgt, wird hier so verfahren, wie in Kap. 6.3.1 beschrieben, indem bei Ausleitungskraftwerken mit hohem Q_A dennoch immer 10 % abwandernde Fische in Richtung Wehr angenommen werden.
- Die Fische, die Richtung WKA wandern, finden keinen Bypass vor. Die Überlebensrate des Weges über den Bypass (Weg 1) beträgt demnach $0,9 \cdot 0,0 = 0,0$ ($= 0 \%$ der abwanderwilligen Fische erreichen das Unterwasser auf dem Weg durch den Bypass).
- Die somit 100 % vor dem 20 mm-Rechen verbleibenden Fische passieren zu 85 % den Rechen ($=$ Rechenpassagerate von 0,85 nach Tab. 24). Sie gelangen dadurch in die Turbine und überleben dies zu 80 % ($=$ Überlebensrate 0,8 nach Tab. 25). Die Überlebensrate des Weges durch die WKA (Weg 2) beträgt demnach $0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 0,612$. ($= 61,2 \%$ der abwanderwilligen Fische erreichen das Unterwasser durch Rechen und Turbine.)
- Von den Fischen, die in Richtung Wehr wandern und dort absteigen, überleben nur 85 %, da das Wehr durch ein ungenügendes Wasserpolster nicht von allen Fischen gefahrlos passiert werden kann. Die Überlebensrate des Weges über das Wehr (Weg 3) beträgt demnach $0,10 \cdot 0,85 = 0,085$. ($= 8,5 \%$ der abwanderwilligen Fische erreichen das Unterwasser über das Wehr.)
- Nun werden die Raten der einzelnen Wege addiert: $0,0$ (Weg 1) + $0,612$ (Weg 2) + $0,085$ (Weg 3). Dies ergibt eine Gesamtüberlebensrate des Standortes von 0,697. 69,7 % der ursprünglich im Oberwasser vorhandenen, abwanderwilligen Fische erreichen also das Unterwasser.

Bei Vorhandensein einer Restwasserkraftanlage muss ebenfalls eine Systemableitrate, eine Rechenpassagerate sowie eine Überlebensrate durch die Turbine gesondert berechnet werden.

6.3.11 Kumulative Bewertung

Für diadrome Arten ist das Erreichen des Meeres bei der abwärts gerichteten Wanderung essentiell. Für potamodrome Fischarten ist es weitgehend unbekannt, wo die abwärts gerichteten Wanderungen enden. Es wird allgemein davon ausgegangen, dass Jungfische Flussunterläufe aufsuchen, um dort bessere Aufwuchsbedingungen zu finden und dass adulte Tiere zu ihren Einstandsgebieten zurückkehren. Dies kann wenige hundert Meter bis zu vielen Kilometern Strecke bedeuten. Die zurückgelegte Strecke ist artabhängig und abhängig von der strukturellen Ausstattung des Gewässers. Da die Aufwuchshabitate und die zurückzulegenden Strecken für das Untersuchungsgebiet nicht bekannt sind, wurde auf eine kumulative Berechnung der Wirkung von hintereinanderliegenden Standorten beim Fischabstieg verzichtet. Nur in den beiden Fällen, in denen sich zwei WKA hintereinander im selben Kraftwerkskanal befinden (A01 und G22), wurden diese jeweils kumulativ betrachtet.

7 Beeinträchtigungen durch Stauräume und Ausleitungsstrecken

7.1 Grundlagen

Querbauwerke verursachen abhängig von ihrer Ausdehnung und Höhe einen Aufstau und verändern damit in hohem Maße den Zustand des Fließgewässers. Häufig hat der Stauraum den Charakter eines Stillgewässers. Es kommt zu einer Verlangsamung der Fließgeschwindigkeit und damit zu Sediment- und Nährstoffanreicherung, die zu Sauerstoffdefiziten führen können. Die Gewässerdynamik wird verändert und das Kieslückensystem beeinträchtigt. Für die meisten im Fließgewässer lebenden Arten (Fische und Makrozoobenthos) verändern sich die Habitatbedingungen mehr oder weniger stark bis hin zu totalem Habitatausfall. Für rheophile Fische sind der Aufenthalt und vor allem die Reproduktion in Stauräumen oft sehr stark eingeschränkt.

Bei Querbauwerken mit Ausleitungsstrecken gibt es eine mehr oder weniger ausgeprägte Beeinträchtigung des Mutterbettes, also des ursprünglichen Gewässers, dem das Wasser entzogen wird. Zu starke Erwärmung im Sommer und verstärkte Abkühlung im Winter, Verlust an benetzter Habitatfläche, Verringerung der Fließgeschwindigkeit und Beeinträchtigung der Durchwanderbarkeit sind nur einige Auswirkungen. Um diese abzumildern, wird eine Mindestwassermenge festgesetzt und abgegeben. Je nach Bemessung der abzugebenden Wassermenge können die Auswirkungen aber nicht komplett aufgehoben werden.

Sowohl Stau- als auch Ausleitungsstrecken beeinträchtigen ein Fließgewässer hinsichtlich seiner Nutzbarkeit für Fische und Makrozoobenthos als Lebensraum und Reproduktionshabitat (Abb. 9). Sich selbst erhaltende Populationen können nur bei ausreichend ausgedehnter und strukturierter Habitatfläche überleben. Letztendlich können sich die typspezifischen Lebensgemeinschaften, wie sie für einen guten ökologischen Zustand hinsichtlich der Wasserrahmenrichtlinie gefordert werden, nur bei einer möglichst geringen Beeinflussung durch diese Faktoren einstellen.

Um die Auswirkungen zu begrenzen und geeignete Maßnahmen ergreifen zu können, wurde in TLUG (2009 und 2011) folgendes festgelegt.

- Die Beeinträchtigung durch Stau und Ausleitung darf innerhalb einer Fischregion nicht mehr als 25 % der Gewässerstrecke betragen. Abweichend hiervon wurden bei der vorliegenden Studie die Beeinträchtigungen pro Fließgewässer dargestellt.
- Die Beeinträchtigung durch Stau und Ausleitung darf auch zwischen zwei Querbauwerken nicht mehr als 25 % der Gewässerstrecke betragen. So sollen ausgedehnte Stauketten verhindert werden.
- Auch bei Beeinträchtigungen, die geringer als 25 % sind, muss die Durchgängigkeit der Querbauwerke und der Ausleitungsstrecken gewährleistet sein.
- Die nachfolgenden Berechnungen werden sowohl für den Ist- als auch für den Planzustand angewendet.

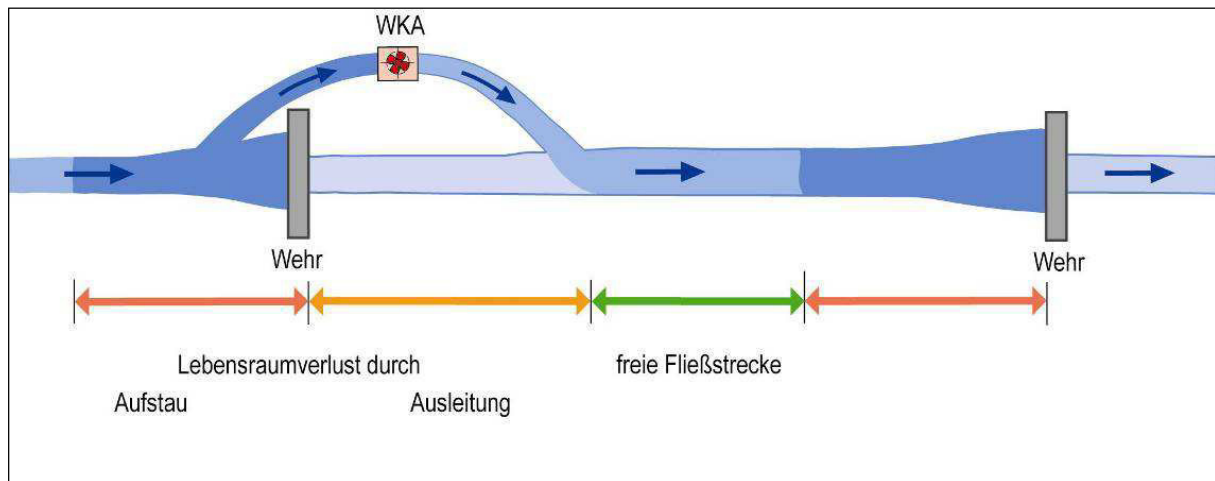


Abb. 9: Aufstau und Ausleitung an einem Wehrstandort (aus TLUG 2011)

7.2 Ermittlung der Stauräume

Während der Begehungen zur Erfassung des Ist-Zustandes wurde an allen Bauwerken die Lage der Stauwurzeln erfasst und per GPS eingemessen.

7.3 Ermittlung der Ausleitungsstrecken

Bei Standorten, bei denen der Großteil des Wassers für eine Nutzung ausgeleitet wird (WKA-Standorte) wurde davon ausgegangen, dass das verbleibende Mutterbett durch die Ausleitung beeinträchtigt ist. An Standorten, an denen weniger als die Hälfte des Wassers ausgeleitet wird (z.B. bei der geringen Dotation kleinerer Gräben) wurde keine Beeinträchtigung durch Ausleitung eingerechnet. Obwohl an vielen Standorten eine Mindestwassermenge behördlich festgesetzt ist, konnte im Einzelfall nicht untersucht werden, ob diese ausreichend ist. Die Länge der Ausleitungsstrecken wurde aus topografischen Karten des „Geoproxy Thüringen“ ermittelt.

7.4 Ermittlung der freien Fließstrecke

Die freie Fließstrecke zwischen zwei Querbauwerken ist demnach der Abstand zwischen zwei Querbauwerken abzüglich des Stauraumes des unteren Querbauwerkes und abzüglich der Ausleitungsstrecke des oberen Querbauwerkes.

Ist die Summe aus Ausleitung und Stau gleich oder größer als der eigentliche Abstand, dann gibt es zwischen den beiden Querbauwerken keine freie Fließstrecke. Gleiches gilt, wenn sich zwischen den beiden Querbauwerken nur ein Stau und keine Ausleitung befindet. Ist die Staustrecke genauso lang wie der Abstand zwischen zwei Querbauwerken, so reicht die Stauwurzel bis an das oberhalb liegende Wehr heran bzw. staut dies im Extremfall sogar ein.

Die Länge der freien Fließstrecke wurde zur Gewässerlänge zwischen zwei Querbauwerken ins Verhältnis gesetzt. So ergibt sich der Anteil der unbeeinflussten Strecke. Der Anteil der beeinflussten Strecke wurde durch Subtraktion ermittelt.

Diese Berechnungen wurden sowohl für jede Teilstrecke als auch für jedes Gewässer getrennt durchgeführt.

Die jeweiligen Fluss-km für die Querbauwerke mussten in manchen Fällen überschlägig durch Messung der Gewässerstrecke ab einer bekannten Kilometrierung ermittelt werden.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Anhang 19 dargestellt.

8 Priorisierung der Maßnahmen und Festlegung von Zielgebieten

Die Oberflächenwasserkörper des Gera-Systems (inkl. Apfelstädt und Ohra) wurden insgesamt als „Schwerpunktgewässer – regional“ für die Verbesserung der Lebensbedingungen für die Fischfauna identifiziert (WAGNER et al. 2007). Dies bedeutet, dass es sich um „*Verbindungsgewässer mit einem hohen Regenerationspotential als Wanderkorridor und Habitat für potamodrome Arten*“ handelt. Die Gewässerabschnitte verbinden lokale Schwerpunktgewässer als Teilhabitate der Arten, die im Laufe des Lebenszyklus erforderlich sind. Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit werden als „wichtig“ eingeschätzt. Der Schwerpunkt der Maßnahmen soll somit auf der Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit und der Sicherung einer guten Habitatqualität der potenziellen Teilhabitate liegen. Die Einstufung erfolgte aufgrund einer Verschneidung von Daten zu Gewässerstruktur, Gewässergüte, fischfaunistischen Referenzen und Querbauwerksdaten (WAGNER et al. 2007).

Als Ableitung aus den von WAGNER et al. (2007) erfolgten Einstufungen weisen die Gewässerrahmenpläne der Oberflächenwasserkörper Untere und Obere Gera, Untere Apfelstädt und Apfelstädt-Ohra für das Untersuchungsgebiet alle Gewässer als Schwerpunktgewässer „Durchgängigkeit“ aus (http://www.tlug-jena.de/gwrpl/tab_gwrp_x.html?tab_gwrp.html).

Aufgrund der Vielzahl an Querbauwerken im Untersuchungsgebiet, der sehr unterschiedlichen Ausprägung und der sehr verschiedenen notwendigen Maßnahmen für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit wurde entschieden, eine weitergehende Priorisierung der Maßnahmen durchzuführen. Dies erleichtert den verantwortungsvollen Einsatz der notwendigen personellen und finanziellen Ressourcen.

Die Priorisierung wurde im Wesentlichen aus der Notwendigkeit der flussauf gerichteten Durchgängigkeit abgeleitet. Maßnahmen für den Fischabstieg sind im Untersuchungsgebiet nur an wenigen Standorten notwendig und sehr verstreut im Gewässernetz gelegen. Sie haben daher weniger Einfluss auf die Priorisierung.

8.1 Festlegung von Vorrangbereichen

Als erster Schritt wurden Vorrangbereiche in den Gewässern definiert. Für die hier zu betrachtenden potamodromen Arten sind die Zuwanderung von Fischen aus unterhalb liegenden Gewässern und Gewässerabschnitten sowie die Erreichbarkeit potenzieller Laichgebiete (naturnahe Bereiche) eine wesentliche Voraussetzung für einen guten ökologischen Zustand. Die Identifizierung dieser Bereiche erfolgte anhand der Gewässerstruktur, der Lage in Unter-, Mittel- oder Oberlauf und dem Grad der Querverbauung.

Es wurden drei Stufen der Vorrangbereiche für die Herstellung der Durchgängigkeit unterschieden:

Vorrangbereich 1 (hohe Priorität für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit)

- Unterlauf der Gewässer, Verbindung zwischen Vorfluter und gut strukturierten Abschnitten im Mittellauf (potenzielle Laichhabitate)

Vorrangbereich 2 (mittlere Priorität für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit)

- Mittellauf der Gewässer; Bereiche, die entweder gute Strukturen aufweisen oder Abschnitte mit guten Strukturen verbinden

Vorrangbereich 3 (geringe Priorität für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit)

- Oberlauf der Gewässer; hoher Zerschneidungsgrad durch Querbauwerke, es werden keine oder nur wenige geeignete Bereiche erschlossen

8.2 Festlegung der standörtlichen Priorität

Innerhalb dieser Bereiche wurde jedem Querbauwerk eine Priorität der durchzuführenden Maßnahmen (Standörtliche Priorität) zugewiesen. Dabei orientierte sich die Zuweisung

- an der Einstufung des Vorrangbereiches, in dem das Bauwerk liegt,
- an der erzielbaren Verbesserung der Durchgängigkeit am Standort und für die abschließenden Gewässerstrecken.

Standörtliche Priorität 1 (Hohe Priorität für die Durchführung der Maßnahme):

- Querbauwerk befindet sich im Vorrangbereich 1
- Durchgängigkeit ist nicht gegeben oder deutlich eingeschränkt

Standörtliche Priorität 2 (mittlere Priorität für die Durchführung der Maßnahme):

- Querbauwerk befindet sich im Vorrangbereich 1 und beeinträchtigt die Durchgängigkeit nur in geringem Maß
- Querbauwerk befindet sich im Vorrangbereich 2, Durchgängigkeit ist nicht gegeben oder deutlich eingeschränkt
- Querbauwerk befindet sich im Vorrangbereich 3, Durchgängigkeit ist nicht gegeben oder deutlich eingeschränkt, mit Maßnahmenumsetzung werden gut strukturierte Habitate erschlossen oder längere durchgängige Gewässerstrecken miteinander verbunden

Standörtliche Priorität 3 (geringe Priorität für die Durchführung der Maßnahme):

- Querbauwerk befindet sich im Vorrangbereich 2 und beeinträchtigt die Durchgängigkeit nur in geringem Maß
- Querbauwerk befindet sich in Vorrangbereich 3
- Unterhalb des Querbauwerkes befinden sich natürliche Wanderhindernisse
- Es werden kaum weitere geeignete Habitate erschlossen
- Bei Ausleitungsstandorten: ein Weg ist bereits durchgängig

Standörtliche Priorität 0 (keine Priorität):

- Querbauwerk bereits ausreichend durchgängig
- Es werden keine geeigneten Habitate für die Fischfauna erschlossen (z. B. Quellbereich, Ablaufgerinne, Talsperre).

Die Ergebnisse werden in den jeweiligen Berichtsteilen kartografisch sowie in Anhang 20 tabellarisch dargestellt.

8.3 Festlegung von Zielgebieten

In den Gewässern wurden anhand der Strukturgütekarten Bereiche identifiziert, die eine Strukturgüteklasse von 4 (deutlich verändert) oder besser aufwiesen. Hierfür wurden die Strukturgütekarten der TLUG aus dem Jahr 2001 genutzt (http://www.thueringen.de/th8/tlug/umweltthemen/umwelt_und_raum/index.aspx). Als Arbeitsannahme wurde nun davon ausgegangen, dass in diesen Abschnitten eine gute Habitatqualität für die Fischfauna vorhanden ist und sie somit eine wichtige Funktion als Aufenthalts- und Fortpflanzungshabitat innerhalb des Gewässers besitzen. Diese Bereiche wurden als besonders bedeutsam innerhalb des Gewässers angesprochen und als „Zielgebiete“ bezeichnet. Die Zielgebiete sollen für wandernde Fische gut erreichbar sein, daher sind Maßnahmen, die die Durchgängigkeit in ihrem Umfeld herstellen vorrangig zu behandeln. Je nach Lage und Ausdehnung dieser Zielgebiete wurde die kumulative Erreichbarkeitsrate für aufsteigende Fische berechnet (siehe auch Kap. 6.2.5), z. B. ausgehend von der Mündung des Gewässers in den Vorfluter.

9 Prüfung der Nutzbarkeit von Querbauwerken entsprechend § 35 WHG

9.1 Grundlagen nach WHG

Die Kernaussage des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG 2010) nach der aktuellen Fassung vom März 2010 enthält unter

„§ 35 Wasserkraftnutzung

(1) Die Nutzung von Wasserkraft darf nur zugelassen werden, wenn auch geeignete Maßnahmen zum Schutz der Fischpopulation ergriffen werden.

(2) Entsprechen vorhandene Wasserkraftnutzungen nicht den Anforderungen nach Absatz 1, so sind die erforderlichen Maßnahmen innerhalb angemessener Fristen durchzuführen.

(3) Die zuständige Behörde prüft, ob an Staustufen und sonstigen Querverbauungen, die am 1. März 2010 bestehen und deren Rückbau zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach Maßgabe der §§ 27 bis 31 auch langfristig nicht vorgesehen ist, eine Wasserkraftnutzung nach den Standortgegebenheiten möglich ist. Das Ergebnis der Prüfung wird der Öffentlichkeit in geeigneter Weise zugänglich gemacht.“

9.2 Prüfkriterien

Um dieser Prüfpflicht nachzukommen, wurde in der Ilm-Studie (TLUG 2011) ein überblicksartiges Verfahren entwickelt. Berücksichtigt wurden dabei nur bestehende Querbauwerke, an denen bisher keine Wasserkraftnutzung betrieben wurde. Folgende Kriterien müssen für eine Prüfung berücksichtigt werden:

- Eigentumsverhältnisse
- Hydrologische und hydraulische Verhältnisse
- ökonomische Bedingungen
- ökologische einzuhaltende Vorgaben
- wasserrechtliche Aspekte

Im Rahmen der hier angewandten vereinfachten Prüfung konnten insbesondere die Eigentumsverhältnisse und die ökonomischen Verhältnisse sowie die geologischen Gegebenheiten nicht näher beleuchtet werden. Ebenso war keine tiefergehende Prüfung umweltrechtlicher Belange möglich. FFH-Vorprüfung, FFH-Verträglichkeitsprüfung, Prüfung auf Verträglichkeit mit der WRRL sowie ggfs. Umweltverträglichkeitsprüfung sind immer Gegenstand des ausführlichen Planungsprozesses.

Letztendlich wurden für Standorte mit einer potenziellen Wasserkraftnutzung folgende Rahmenkriterien festgelegt.

- Es dürfen keine neuen Querbauwerke errichtet werden. Nur an bereits bestehenden Querbauwerken kann potenziell Wasserkraft genutzt werden.
- Es darf keine Stauerhöhung mit einer Verlängerung der Stauräume erfolgen.
- Neue Ausleitungen sind zu vermeiden. An bestehenden Ausleitungen soll keine Erhöhung der ausgeleiteten Wassermenge erfolgen.
- Der Ausbaugrad der neuen WKA (Q_A/MQ) wird mit maximal 1,0 festgelegt.
- Eine Nutzung von Fallhöhen unter 0,7 m wird nicht weiterverfolgt.
- Eine Nutzung von Wassermengen weniger als 1 m³/s wird nicht weiterverfolgt.
- Die Möglichkeit einer wirtschaftlichen Nutzung muss gegeben sein.

Neu definiert wurden folgende Kriterien

- Querbauwerke, die bereits als ein fischpassierbares Raugerinne umgebaut wurden, werden nicht betrachtet
- Querbauwerke, für die bereits konkrete Planungen für Umbau oder Rückbau vorliegen, werden nur in Ausnahmefällen betrachtet.

9.3 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Um die Wirtschaftlichkeit neuer WKA abzuschätzen, wurden verschiedene Parameter ermittelt: potenzielles Wasserangebot, mögliche Ausbauleistung und Jahresarbeit, Investitionskosten und möglicher Jahresertrag.

9.3.1 Potenzielles Wasserangebot

Für die Ermittlung der potenziell nutzbaren Wassermenge wurden die am Standort notwendigen ökologischen Abflüsse (Fischaufstieg, Fischabstieg und ggfs. Mindestwasser) vom MQ (bzw. dem Wasserangebot) abgezogen. Die ökologischen Abflüsse wurden vorher anhand der überschläglichen Formeln nach Kap. 3.4 berechnet. Dabei ist es möglich, dass die für diesen Zweck ermittelten Abflüsse sich von denen unterscheiden, die für eine Fischauf- oder -abstiegsanlage ohne WKA-Nutzung am Standort geplant worden waren.

9.3.2 Abschätzung Ausbauleistung und Jahresarbeit

Die mögliche Ausbauleistung wurde mit Formel 13 abgeschätzt.

Formel 13: Potenzielle Ausbauleistung einer WKA

$$P = 8 \cdot Q_A \cdot h_A$$

P	Leistung	[kW]
Q_A	Ausbauwassermenge bzw. nutzbare Wassermenge	[m ³ /s]
h_A	Ausbaufallhöhe	[m]

- 8 Faktor zur Berücksichtigung des Maschinenwirkungsgrades. Bei Neubau einer WKA wird davon ausgegangen, dass diese auf einem technisch modernen Stand errichtet wird. Der Faktor 8 ist für neue und modernisierte Anlagen ein typischer Wert.

Die Ausbaufallhöhe wurde aus der bei MQ gegebenen oder gemessenen Wasserspiegeldifferenz abzüglich der potenziellen Rechenverluste bestimmt. Dabei wurden in den Gewässerabschnitten mit geforderten Rechenstababständen von 10 mm pauschal 0,05 m von der Fallhöhe subtrahiert.

Die Jahresarbeit wurde mit folgender Formel bestimmt (Formel 14).

Formel 14: Ermittlung der Jahresarbeit einer WKA

$$E_a = t_{VL} \cdot P$$

E_a	Jahresarbeit	[kWh]
t_{VL}	Volllaststunden	[h]
P	Leistung	[kW]

Als Volllaststunden wurden dabei geringere Werte als die derzeit erreichten angesetzt. Es zeigte sich, dass die WKA im Untersuchungsgebiet, welche den vollen Strom ins Netz einspeisen und moderne Turbinentypen nutzen, ca. 3.000-5.000 Volllaststunden erreichen. Dies ist auch dadurch bedingt, dass viele der Standorte einen relativ geringen Ausbaugrad aufweisen, somit nicht das gesamte Wasserangebot nutzen und daher im Jahresverlauf mehr Volllaststunden aufweisen. Durch den Klimawandel ist allgemein mit einem ungleichmäßigeren Abflussverhalten der Gewässer zu rechnen (TMLFUN 2013). Während in den Wintermonaten mit einer Zunahme der Niederschläge zu rechnen ist (also zu einem Zeitpunkt, wo auch derzeit meist ein Überangebot an Wasser herrscht), werden sich die trockenen Perioden im Sommer und Herbst verstärken. Dies ist vor allem bei abflussschwächeren Gewässern zu erwarten. Allgemein wird mit einer Mindererzeugung bei der Wasserkraft gerechnet (UBA 2012). Bei der Festsetzung der jährlichen Volllaststunden für potenzielle Anlagen wurde daher eine Reduktion auf vereinfacht 3.000 Volllaststunden vorgenommen, da es sich bei den Gewässern im Untersuchungsgebiet um Flüsse handelt, die ausgeprägte Niedrigwasserperioden aufweisen.

9.3.3 Abschätzung der Investitionskosten

Für eine Beurteilung einer möglichen Wirtschaftlichkeit werden den möglichen Jahreserträgen die Investitionskosten für den Neubau gegenübergestellt.

Die Berechnung der Investitionskosten der einzelnen Posten wird mit Hilfe des folgenden empirischen Formelansatzes nach TLUG (2011) vorgenommen (Formel 14):

Formel 15: Empirischer Formelansatz für die Ermittlung der Kosten einer WKA

$$K = C \cdot \left(\frac{P_{pot}}{h_f^{0,3}} \right)^y$$

K	Kosten des jeweiligen Posten	[€]
C	Kostenkonstante des jeweiligen Postens	[€]
y	Konstante des jeweiligen Postens	
P_{pot}	technisch nutzbares Potenzial	[kW]
h_f	nutzbare Fallhöhe	[m]

Mit diesem Kostenansatz kann jedoch nur eine geringe, empirisch begründete Genauigkeit erreicht werden. Der Vorteil liegt darin, dass verschiedene Standorte untereinander verglichen werden können. Grunderwerbskosten, Kosten für einen aufwändigen Planungs- und Genehmigungsprozess, Entsorgungskosten etc. können darin nicht berücksichtigt werden. Allgemein gibt es eine Vielzahl an möglichen Einflussfaktoren auf die Kosten einer WKA.

Für die verschiedenen Investitionsbereiche mit den entsprechenden Konstanten wurden je nach Kostenart folgende Formeln verwendet (TLUG 2011, Formel 16 bis Formel 19):

Formel 16: Reine Baukosten

$$K_B = 17.500 \text{ €} \cdot \left(\frac{P_{pot}}{h_f^{0,3}} \right)^{0,71}$$

Formel 17: Kosten der maschinentechnischen Ausrüstung:

$$K_M = 10.000 \text{ €} \cdot \left(\frac{P_{pot}}{h_f^{0,3}} \right)^{0,85}$$

Formel 18: Kosten der elektrotechnischen Ausrüstung:

$$K_E = 500 \text{ €} \cdot \left(\frac{P_{pot}}{h_f^{0,3}} \right)^{0,98}$$

Formel 19: Kosten des Stahlwasserbaus:

$$K_{St} = 1.000 \text{ €} \cdot \left(\frac{P_{pot}}{h_f^{0,3}} \right)^{0,84}$$

Investitionskosten für ökologische Maßnahmen werden nicht gesondert angesetzt. Es wird davon ausgegangen, dass diese im Neubau integriert sind.

Die gesamten Investitionskosten ergeben sich aus der Summe der einzelnen Investitionskosten, wobei nochmals 15 % zusätzliche Kosten als Projektnebenkosten berücksichtigt werden (Formel 20).

Formel 20: Gesamtinvestitionskosten für den Bau einer WKA

$$K_{ges} = 1,15 \cdot (K_B + K_M + K_E + K_{St})$$

9.3.4 Ermittlung des Jahresertrag

Der mögliche Jahresertrag einer WKA ergibt sich aus der berechneten Jahresarbeit und der erhältlichen Vergütung. Die Vergütung nach EEG wurde in Kap. 0 bereits ausführlich erläutert. Es wird davon ausgegangen, dass für den Bau einer WKA ca. fünf Jahre veranschlagt werden, so dass sich der höchstmögliche Satz der Vergütung gemäß § 40 EEG 2017 beginnend mit dem Jahr 2017 um jährlich 0,5 % verringert. Für das Jahr 2022 (bei Start des Projektes mit der Planung im Jahr 2017) ergeben sich damit Vergütungssätze von 0,119 €/kWh.

9.3.5 Bewertung Wirtschaftlichkeit

Für eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit wurde der Quotient $f_{I/E}$ zwischen den ermittelten Investitionskosten und dem potenziellen Jahresertrag errechnet. Dies ergibt einen Anhaltspunkt für die Wahrscheinlichkeit einer wirtschaftlichen Nutzung der Wasserkraft.

Der Quotient $f_{I/E}$ gibt an, nach wie vielen Jahren die getätigten Investitionskosten an einer Anlage über den Jahresertrag gedeckt werden. Würde die tatsächliche Amortisation betrachtet werden, müssten zusätzlich noch Zinstilgung und gegebenenfalls weitere Nebenkosten berücksichtigt werden. Diese Betrachtungen werden an dieser Stelle nicht durchgeführt.

Die Wahrscheinlichkeit der wirtschaftlichen Wasserkraftnutzung an einem Standort kann wie folgt eingeteilt werden TLUG (2011):

- | | |
|-----------------------|--|
| $f_{I/E} \leq 20$: | Nach langjährigen Erfahrungen besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit für eine wirtschaftliche Nutzung durch einen Investor. |
| $20 < f_{I/E} < 30$: | Die Wahrscheinlichkeit einer wirtschaftlich möglichen Nutzung ist eher von sonstigen Randbedingungen und Zusatznutzen (touristischer Wert, Eigennutzungen o. ä.) abhängig. |
| $f_{I/E} \geq 30$: | Die Wahrscheinlichkeit einer wirtschaftlichen Nutzung des Standortes ist sehr gering. |

Je länger es dauert bis die Investitionen durch den Jahresrohertrag beglichen werden können, umso unwirtschaftlicher gestaltet sich die Nutzung der potentiellen Standorte. Im Einzelfall bedarf es natürlich einer detaillierten Untersuchung, auch der Amortisationszeiten. Die einzelnen in Frage kommenden Anlagen werden in Anhang 21 aufgeführt sowie in den Ergebnisberichten vorgestellt.

10 Erreichen des guten ökologischen Zustandes durch Wiederherstellung der Durchgängigkeit

Der gute ökologische Zustand nach WRRL bezüglich der Fischfauna ist überwiegend durch die Zusammensetzung der Fischartengemeinschaft und die Reproduktionsfähigkeit der Fischarten bestimmt. Dabei müssen insbesondere die typspezifischen Arten möglichst vollständig vorhanden sein. Alle Leitarten müssen sich in ausreichendem Maße fortpflanzen können. Da einige Leitarten im Untersuchungsgebiet auch weit wandernde potamodrome Arten sind (z. B. Barbe), ist die Durchgängigkeit eine wesentliche Voraussetzung zur Erreichung des guten ökologischen Zustandes.

Hinzu kommen weitere Faktoren innerhalb des Gewässers, die ebenfalls einen großen Einfluss auf die Fischfauna haben. Beeinträchtigung durch Stau und Ausleitung und schlechte Strukturgüte spielen dabei eine wichtige Rolle. Weitere Belastungen wie diffuse Einträge aus der Landwirtschaft, Feinsedimenteinträge, Kormoranprädaion, Talsperren und lokal die Ausübung der Angelfischerei beeinflussen die Fischfauna ebenfalls in unterschiedlich hohem Maß.

Es deutet sich nach den Erfahrungen in den letzten Jahren an, dass die alleinige Wiederherstellung der Durchgängigkeit nicht oder nur an wenigen Stellen direkt zur Zielerreichung nach WRRL führt. Erste Ergebnisse aus der Umsetzung des Modellvorhabens "Verbesserung und Vernetzung aquatischer Lebensräume 2004 - 2007" an der Werra belegen, dass die Fischfauna in einigen Fällen bereits positiv auf die Wiederherstellung der Durchgängigkeit reagiert hat. Allerdings konnte der gute ökologische

Zustand noch nicht erreicht werden. Hier sind erforderliche Maßnahmen in den anderen o.g. Bereichen zu prüfen und umzusetzen.

Bis auf den Oberflächenwasserkörper Apfelstädt-Ohra sind alle Gewässer des Untersuchungsgebietes laut Gewässerrahmenplänen nicht als Schwerpunktgewässer für den Parameter „Gewässerstruktur“ ausgewiesen. Diese hat jedoch einen großen Einfluss auf die Zusammensetzung und Reproduktionsfähigkeit der Fischfauna. Insbesondere im Unterlauf von Gera und Apfelstädt ist die Gewässerstruktur noch schlecht. Aufgrund der Größe der Gewässer und der größeren Artenvielfalt ist die Entwicklung dieser Bereiche besonders wichtig. In den Oberläufen von Wilder und Zahmer Gera sind demgegenüber bereits gute strukturelle Verhältnisse anzutreffen. Hier ist die Fischfauna an zwei der drei Messstellen schon in einem guten ökologischen Zustand, obwohl die Durchgängigkeit noch nicht gegeben ist. Allerdings handelt es sich hier um sehr artenarme Fischartengemeinschaften, die meist aus Kurzdistanzwanderern besteht. Naturnahe Abschnitte sollten vor allem in den Unterläufen unbedingt als Trittstein- und „Source“-Habitats weiterentwickelt werden, um einen positiven Einfluss auf umliegende Bereiche entfalten zu können. Auf die notwendigen Maßnahmen für die Verbesserung der Struktur wird jedoch im vorliegenden Gutachten nicht eingegangen, da der Schwerpunkt der Bearbeitung auf die Durchgängigkeit der Gewässer ausgerichtet ist.

Letztendlich wird nur die Kombination aus verschiedenen Maßnahmen zu einer Zielerreichung führen. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Zeit. Durchgängigkeits- und Renaturierungsmaßnahmen entfalten oft erst nach Jahren oder Jahrzehnten den gewünschten Effekt. Manchmal sind auch wiederholte Maßnahmen nötig, wenn die eigentliche Belastungsquelle nicht abgestellt werden kann (z. B. bei starkem Feinsedimenteintrag aus der Landwirtschaft).

11 Denkmalgeschützte Wehranlagen

Zu den Aufgaben bei der Erstellung des Durchgängigkeitskonzeptes gehörte auch die Anfrage bei den jeweiligen Denkmalschutzbehörden, um abzuklären ob Wehranlagen ggfs. unter Denkmalschutz stehen.

Zur Klärung dieser Fragen wurden die Unteren Denkmalschutzbehörden des Ilmkreises, des Landkreises Gotha sowie der Stadt Erfurt angeschrieben. Die Ergebnisse der Anfragen sind in den jeweiligen Ergebnisberichten sowie der ausführliche Schriftverkehr in Anhang 22 dargestellt.

12 Literatur

- DWA [Hrsg.] (2014): Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. Merkblatt DWA-M 509.
- EBEL, G. (2013): Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen – Handbuch Rechen- und Bypasssysteme. Ingenieurbiologische Grundlagen, Modellierung und Prognose, Bemessung und Gestaltung. - Mitteilungen aus dem Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel, Band 4, 483 S., Halle (Saale).
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) [HRSG.] (2001): Empfehlung zur Ermittlung von Mindestwasserabflüssen in Ausleitungsstrecken von Wasserkraftanlagen und zur Festsetzung im wasserrechtlichen Vollzug. - Schwerin.
- NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ [Hrsg.]: Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Weser- und Emsgebiet 2009, 2012, 2014.
- SCHELHORN, JOHANNES (2013): Ermittlung energetischer und wirtschaftlicher Auswirkungen bei Realisierung notwendiger Maßnahmen zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie an Wasserkraftstandorten der Mittleren Saale in Thüringen“. - Bachelorarbeit zur Erlangung des Grades Bachelor of Engineering, vorgelegt am 24.01.2013 an der FH Nordhausen.
- SCHMALZ, WOLFGANG (2010): Untersuchungen zum Fischabstieg und Kontrolle möglicher Fischschäden durch die Wasserkraftschnecke an der Wasserkraftanlage Walkmühle an der Werra in Meiningen. - Untersuchungen im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie.
- SCHMALZ, W. (2016): Untersuchungen zu Fischschäden beim Fischabstieg über ein Wasserrad an der Schlossmühle in Reurieth. Gutachten im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (unveröffentlichter Stand November 2016).
- SCHMALZ, WOLFGANG & SCHMALZ, MARIA (2007): Durchführung systematischer Untersuchungen zur Konzeption funktionsgerechter Wanderhilfen im Bereich von Wasserkraftanlagen am Beispiel der Wasserkraftanlage Camburg/Döbritschen (Thüringen). - Abschlussbericht zum DBU-geförderten Projekt, Az: 18364/01.
- SUA (Staatliches Umweltamt) Suhl [Hrsg.] (2008): Handbuch zum Projekt „Verbesserung und Vernetzung aquatischer Lebensräume“.
- TMLFUN (Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz) [Hrsg.] (2013): IMPAKT: Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen (https://www.thueringen.de/imperia/md/content/klimaagentur/impakt/impakt_web.pdf)
- TMLNU (Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt) [Hrsg.] (2004): Fische in Thüringen: Die Verbreitung der Fische, Neunaugen, Krebse und Muscheln, 148 S.
- TMLNU (Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt) (2005-06): Thüringer Technische Anleitung Stauanlagen (ThürTASau).

- TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie) [Hrsg.] (2015a): Gesamtkonzept zur Herstellung der Durchgängigkeit an der Werra- Studie im Auftrag der TLUG, erarbeitet vom IWSÖ.
- TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie) [Hrsg.] (2015b): Gesamtkonzept zur Herstellung der Durchgängigkeit an der Saale- Studie im Auftrag der TLUG, erarbeitet von FLUSS.
- TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie) [Hrsg.] (2011): Modellhafte Erarbeitung einer Gesamtbewertung für die Herstellung der Durchgängigkeit am Beispiel der Ilm „Durchgängigkeitskonzept Ilm“ - Studie im Auftrag der TLUG, erarbeitet vom Ingenieurbüro Floecksmühle.
- TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie) [Hrsg.] (2009): Fachliche Anforderungen zur Herstellung der Durchgängigkeit in Thüringer Fließgewässern. – Studie des Ingenieurbüros Floecksmühle.
- UBA (Umweltbundesamt) [Hrsg.] (2012): Klimafolgen für die Wasserkraftnutzung in Deutschland und Aufstellung von Anpassungsstrategien. Texte 23/2012.
- WAGNER, Falko (2016): Vergleichende Analyse des Fischabstiegs an drei Wasserkraftanlagen einer Kraftwerkskette. WasserWirtschaft 2/3 S.35-41.
- WAGNER, Falko (2014): Erarbeitung von fischfaunistischen Referenzen für alle Thüringer Fließgewässer 2014. Dokumentation und Katalog.
- WAGNER, F., KAHL, C. & J. ARLE (2007): Erläuterung zur theoretischen Ableitung von Schwerpunktgewässern für die Fischfauna in Thüringen (fachliche Vorschläge) Studie im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt.

Gesetztestexte

- EEG (2012): Gesetz zur Neuordnung des Rechtsrahmens für die Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien - amtliche Fassung vom 28. Juli 2011 (BGBl. I S. 1634), ausgegeben am 4. August.
- EEG (2017): Gesetz zur Neuordnung des Rechtsrahmens für die Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien - 08.07.2016, Drucksache 355/16 des Bundesrates.
- EG-WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. – Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327 vom 22.12.2000, 1 – 72.
- FFH-RL (1992): Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen.
- WHG (2010): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz-WHG), WHG, Ausfertigungsdatum: 31.07.2009 (BGBl. I S.2585), in Kraft getreten am 07.08.2009 bzw. 01.03.2010, zuletzt geändert durch Gesetz vom 21.01.2013 (BGBl. I S. 95) m.W.v. 29.01.2013.

13 Glossar

Abiotische Faktoren: chemische und physikalische Faktoren, die auf die Organismen einwirken

Adult: erwachsen bzw. geschlechtsreif

Anadrom: Fischarten, die zum Ablaichen vom Meer in die Flüsse wandern, werden als anadrom bezeichnet.

Areal: Fließgewässerstrecke, die aufgrund verschiedener Parameter (Gefälle, Temperaturregime, Abfluss, Substrat, Nahrungsangebot), gegebenenfalls unter Reduktion anthropogener Einflüsse, als potenzieller Lebensraum für eine Art geeignet ist.

Aufwuchshabitat: Lebensraum bzw. Gewässerabschnitt, der zur Aufwachsen juveniler Tiere geeignet ist bzw. genutzt werden kann.

Ausbaufallhöhe [m]: am Kraftwerk anstehende Fallhöhe zwischen Ober- und Unterwasser bei Ausbaudurchfluss

Ausbaugrad: Verhältnis des Ausbaudurchflusses Q_A einer Wasserkraftanlage zum mittleren Abfluss MQ des Gewässers.

Ausbauleistung [kW], [MW]: Leistung einer Wasserkraftanlage bei Ausbaudurchfluss und Ausbaufallhöhe → maximale dauerhaft erzeugbare elektrische Leistung bei optimalen hydraulischen Bedingungen.

Ausbauwassermenge (Ausbaudurchfluss) [m³/s]: Wassermenge in Kubikmeter, die ein Kraftwerk maximal dauerhaft pro Sekunde durch seine Turbinen zur Stromerzeugung leiten kann.

Ausleitungskraftwerk: Kraftwerk, welches über einen Mühlgraben Wasser zur Energieerzeugung aus dem Gewässer ausleitet

Ausleitungsstrecke: auch **Mutterbett**; ehemaliges Gewässerbett an Ausleitungskraftwerken, welchem aufgrund der Energiegewinnung Wasser über einen Mühlgraben entzogen wurde

Biotop: Lebensraum einer Lebensgemeinschaft mit seinen abiotischen und biotischen Lebensbedingungen.

Biozönose: Lebensgemeinschaft verschiedener Arten in einem Biotop.

Bypass: Offene oder geschlossene Leitung bzw. Kanal oder Gewässer zur Erzeugung einer zusätzlichen Leitströmung und/oder als Fischabstiegsanlage geeignetes System, um Bauwerke ober Wasserkraftanlagen flussabwärts zu umgehen.

Diadrom: Fischarten, die zwischen Meer- und Süßwasserhabitaten wechseln, werden als diadrom bezeichnet.

Dotation: Abflussmenge in der Fischwanderhilfe

Effektivitätsrate: Oberbegriff für Erreichbarkeits-, Arealnutzungs- und Gesamtüberlebensrate

Energiedissipation: (lat. Zerstreuung) Überführung der potentiellen und kinetischen Energie des Wassers in Wärme, als Maß der Turbulenzverhältnisse in Becken von Fischwanderhilfen. Heute als **Leistungsdichte** bezeichnet

Fallhöhe [m]: Wasserspiegeldifferenz zwischen Oberwasserspiegel vor dem Rechen und Unterwasserspiegel hinter dem Saugschlauch einer Wasserkraftanlage.

Flusskraftwerk: Wasserkraftwerk, das kein Wasser zur energetischen Nutzung ausleitet und somit mit seinen wesentlichen Anlageteilen im Fließgewässer liegt.

Fließgewässerzonierung: Einteilung der Fließgewässer in verschiedene Gewässerregionen bzw. -zonen aufgrund unterschiedlicher Gefälle bzw. Talstruktur. Die verschiedenen Regionen werden von typischen variierenden Fischartengemeinschaften besiedelt durch Leitfischarten charakterisiert. Die Begleitarten wie auch die Leitfischarten variieren in Anzahl und Dominanzverhältnis. Folgende Regionen werden unterschieden:

Krenal	Quell- oder Salamanderregion (nicht von Fischen besiedelt)
Epi-Rhithral	Obere Forellenregion
Meta-Rhithral	Untere Forellenregion
Hypo-Rhithral	Äschenregion
Epi-Potamal	Barbenregion
Meta-Potamal	Brachsenregion
Hypo-Potamal	Kaulbarsch-Flunderregion

Freifluter: siehe Freischuss

Freischuss bzw. Freischusskanal: Kanal im unmittelbaren Bereich vor der WKA, über welchen der Stauraum mittels Öffnen des Schützes abgelassen werden kann – wird auch im Hochwasserfall zur zusätzlichen Entlastung geöffnet.

Guter ökologischer Zustand: gemäß der Einstufung nach Anhang V der EG – WRRL guter ökologischer Zustand eines Oberflächenwasserkörpers.

Gutes ökologisches Potenzial: gemäß der Einstufung nach Anhang V der EG – WRRL gutes ökologisches Potenzial eines stark beeinträchtigten Oberflächenwasserkörpers.

Habitat: Standort, an dem eine Art regelmäßig vorkommt

kumulierte Abwanderrate: Abwanderrate über mehrere Wanderhindernisse bzw. Fischwanderhilfen hinweg

Installierte Leistung [kW], [MW]: Leistung an den Generatorklemmen

Jahresdauerkurve oder – Jahresdauerlinie: Häufigkeitsverteilung von Abflüssen, geordnetes Abflussregime

Juvenil: nicht geschlechtsreif

Katadrom: Fische, die zum Abflachen von den Flüssen ins Meer wandern, werden als katadrom bezeichnet. In Europa nur Aal

Laichhabitat: Lebensraum bzw. Gewässerabschnitt, der zur Eiablage aufgesucht wird

Leistung [kW], [MW]: Definition: (elektrische) Leistung = (elektrische) Arbeit pro Zeiteinheit. Unter Leistung einer WKA ist die elektrische Wirkleistung zu verstehen. Die Leistungsangabe bezieht sich auf die gemessenen Werte an den Klemmen des Generators. Dort misst man bei Turbinenbetrieb die Brutto-Leistung. Die Netto-Leistung ergibt sich nach Abzug der Eigenbedarfsleistung des Kraftwerks und der Verlustleistung des Maschinentransformators.

Leitart: Art, die typischerweise (bei ungestörten Lebensraumbedingungen) mit entsprechend hohem Dominanzverhältnis eine bestimmte Fließgewässerregion besiedelt.

Makrozoobenthos: mit bloßem Auge erkennbare wirbellose Organismen, die den Gewässerboden besiedeln

Mindestabfluss $Q_{\min}$ [m^3/s]: auch Restwassermenge; Wassermenge, die über das Wehr abgegeben wird und nicht zur Energieerzeugung genutzt werden kann

Mortalität: Quantitative Schädigung bzw. Verletzung von Fischen mit tödlichem Ausgang während der Abwanderung, die zum Reproduktionsausfall der betroffenen Individuen führt.

Mühlgraben: über den Mühlgraben wird Wasser zur WKA zur Energiegewinnung ausgeleitet

Mutterbett: natürlicher Flusslauf an Ausleitungskraftwerken zwischen Wehr und somit dem Abzweig und der Einmündung des Mühlgraben; dem Mutterbett wird ein großer Teil des Wassers entzogen und der Wasserkraftnutzung zur Verfügung gestellt (siehe → Ausleitungsstrecke)

Nettofallhöhe [m]: Bruttofallhöhe h_f minus Verlusthöhe h_r

Netzeinspeisung [MWh/a], [GWh/a]: Energiemenge, die effektiv an das Netz (Strom, Fernwärme) innerhalb eines Jahres abgegeben wird.

Oberwasser: Teil des Gewässers, der sich oberhalb eines Querbauwerkes (z. B. Wehr) befindet

Pessimale Schnelle: Gewässerabschnitt mit höherer Fließgeschwindigkeit und geringer Wassertiefe

Potamodrom: Fische, die Wanderungen zwischen verschiedenen Süßwasserhabitaten durchführen, werden als potamodrom bezeichnet.

potenziell natürliche Fischfauna: Fischarteninventar, welches ursprünglich in einem Gewässer heimisch war und welches gegebenenfalls nach Reduktion anthropogener Einflüsse wieder das Gewässer besiedeln kann. Synonym zum Begriff der EG-WRRL "typspezifische Artengemeinschaft eines Gewässers".

Population: Fortpflanzungsgemeinschaft einer Art.

Restwassermenge: auch **Mindestwassermenge**; Wassermenge, die über das Wehr abgegeben wird und nicht zur Energieerzeugung genutzt werden kann

Reproduktion: Fortpflanzung

Rheophil: starke Strömung

Rheotaktisch: strömungsgerichtet

Rhithral: Lebensraum Bach

Rhithralisierung: Verschiebung der Gewässerregion hin zum Rhithral

Schütz: Konstruktionselement zum Absperren und Aufstauen von Wasser in Wehranlagen, Talsperren und Wasserkraftanlagen, bestehend aus Stautafeln, die in seitlichen Führungsnuten gelagert sind

Standort: Gesamter von einem Querbauwerk, einer Wasserkraft- oder sonstigen Wassernutzungsanlage beeinflusste Gewässerbereich. Er reicht von der Stauwurzel bis zur Einmündung eines gegebenenfalls vorhandenen Unterwasserkanals.

Smolts: Ins Meer abwandernde Junglachse mit typisch silbriger Färbung.

Technisches Potenzial [kWh], [MWh], [GWh]: Nutzbares Potenzial an einem Standort unter Berücksichtigung der technischen Wirkungsgrade der Maschinen, die das theoretisch vorhandene kinetische Wasserkraftpotenzial in nutzbare Energie z.B. elektrische Energie umwandeln.

Technisch-Wirtschaftliches Potenzial [kWh], [MWh], [GWh]: Wasserkraftpotenzial, welches unter den gegebenen technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sinnvoll erschlossen werden kann.

Turbinenkanal: Kanal, der das Wasser von den Turbinen kommend flussabwärts abführt

Überlebensrate: Prozentsatz nicht letal geschädigten Exemplare einer betrachteten Gesamtheit abwandernder Fische an einem Standort oder einem Gewässerabschnitt. Sie errechnet sich nach der Formel: *Überlebensrate = 100 % abzüglich Mortalitätsrate*

Unterwasser: Teil des Gewässers, der sich unterhalb eines Querbauwerkes (z. B. Wehr) befindet

Verlustrhöhe h_r [m]: Verlust an Fallhöhe (Druckverlust) - in den vorliegenden Fällen durch Rechenanlagen

Volllaststunden [h/a]: Jahresenergieerzeugung (kWh/a) geteilt durch die Ausbauleistung (kW).

Wanderweg: Für den Auf- und Abstieg an einem Standort gibt es verschiedene Wanderpfade oder Wanderwege zur Auswahl. Mögliche Wanderpfade sind z.B. der Weg über das Wehr die Fischeaufstiegsanlage oder über die WKA.

Zielarten: Zur Erreichung des guten ökologischen Zustands müssen vor allem diejenigen Arten geschützt werden, deren gewässertypischen Populationen durch Schäden bei der Turbinenpassage bzw. durch die Unterbrechung der flussabwärts gerichteten Wanderung, gefährdet sind (MUNLV 2005). So sind bspw. die Zielarten Lachs und Aal essentiell vom Wechsel zwischen Meer und Fließgewässer abhängig.

14 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis und Formelzeichen (zum Teil in Anlehnung an TLUG (2011))

Abkürzung/ Formelzeichen	Bedeutung
A_E	Einzugsgebietsgröße [km ²]
A_R	Rechenfläche [m ²]
$A_{E_{Wehr}}$	Einzugsgebietsgröße des Standorts [km ²]
$A_{E_{Pegel}}$	Einzugsgebietsgröße des Pegels [km ²]
BoV	Bebauung ohne Vorland
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
DWA-M 509	Merkblatt 509 der DWA – Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung,
E_A	Jahresarbeit [kWh]
E	Ertrag [€]
WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
EEG 2017	Die novellierte Fassung des EEG von 2014
EP	Epi-Potamal
ER	Epi-Rhithral
$E_{Verlust}$	Verlust an Jahresarbeit
FAA	Fischaufstiegsanlage
FAB	Fischabstiegsanlage
FFH	Fauna-Flora-Habitat
$f_{i/E}$	Quotient Investitionskosten/Ertrag einer WKA
GKJ	Gewässerkundliches Jahrbuch
h_a / h_f	Ausbaufallhöhe [m]
h_{FAA}	Durch FAA überwundene Höhendifferenz
HMWB	Heavy modified water body
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HR	Hypo-Rhithral
HwSmV	Hochwasserschutz mit Vorland
K	Kosten [€]
K_B	Reine Baukosten

Abkürzung/ Formelzeichen	Bedeutung
K_{FAA}	Investitionskosten für Fischaufstiegsanlage [€]
k_{FAA}	Gewählter Kostenansatz der Fischaufstiegsanlage
$K_{FAB/FS}$	Baukosten für Fischabstiegsanlagen und Fischschutz
K_E	Kosten für die elektrotechnische Ausrüstung einer WKA
K_{ESp}	Kosten Einschwimmsperre
K_{Ges}	Gesamtinvestitionskosten für den Bau einer WKA
K_{Raug}	Kosten Raugerinne
K_M	Kosten für die maschinentechnische Ausrüstung einer WKA
$K_{M,R}$	Materialkosten Rechen
$K_{M,RR}$	Materialkosten Rechenreiniger
$K_{M,RSS}$	Materialkosten Rechenspülschützen
$K_{M,ges}$	Gesamtmaterialkosten
K_{Moges}	Gesamtmontagekosten
K_{ST}	Kosten für den Stahlwasserbau einer WKA
kWh	Kilowattstunde
Mdg.	Mündung
MNQ	mittlerer niedrigster Abfluss [m ³ /s]
MHQ	Mittlerer höchster Abfluss [m ³ /s]
MR	Meta-Rhithral
MQ	mittlerer jährlicher Abfluss [m ³ /s]
NWB	Natural water body
OW	Oberwasser eines Standortes
p	Erreichbarkeitsrate
P_A / P	Ausbauleistung [kW]
P_N	Installierte Leistung der Wasserkraftanlage(n)
P_{Pot}	Technisch nutzbares Potential
$q_{Affb,gr}$	Großräumige Auffindbarkeitsrate eines Wanderwegs (Querbauwerk, Wasserkraftanlage oder sonstiger Gewässerarm)
$q_{Affb,kl}$	Kleinräumige Auffindbarkeitsrate eines Wanderwegs
q_{Pass}	Passierbarkeitsrate

Abkürzung/ Formelzeichen	Bedeutung
Q	Abfluss/Durchfluss
QBW	Querbauwerk
Q ₃₀	Abfluss, der im Jahr an 30 Tagen unterschritten wird [m³/s]
Q ₃₃₀	Abfluss, der im Jahr an 330 Tagen unterschritten wird [m³/s]
Q ₂₄₀	Abfluss, der im Jahr an 240 Tagen unterschritten wird [m³/s]
Q _A	Ausbaudurchfluss einer WKA [m³/s]
Q _{FAA}	Betriebsabfluss einer Fischaufstiegsanlage [m³/s] bzw. [l/s]
Q _{konk}	Abfluss konkurrierender Strömungen über das Wehr bzw. durch die WKA [m³/s]
Q _{min}	Mindestwasserabgabe über das Mutterbett [m³/s]
Q _{Pegel}	jeweiliger Abfluss am Pegel [m³/s]
Q _{Verlust}	Ökologisch notwendiger Abfluss
Q _{Wehr}	jeweiliger Abfluss am Standort [m³/s]
Q _A / Q _{Entnahme}	Ausbaudurchfluss einer WKA bzw. Entnahmewassermenge an einer Ausleitung [m³/s]
TFWV	Thüringer Fernwasserversorgung
TLUG	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie Jena
T _{VL}	Volllaststunden
UW	Unterwasser eines Standortes
v _A	Anströmgeschwindigkeit vor einer mechanischen Barriere (Rechen) [m/s]
v _T	Tangentialströmung an einer schräg geneigten Barriere [m/s]
VS	Vergütungssatz nach EEG [ct/kWh]
W	Arbeit [kWh]
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WKA	Wasserkraftanlage (n)

15 Formelverzeichnis

Formel 1: Berechnung des Durchflusses am Standort mit Hilfe eines Bezugspegels	5
Formel 2: Kosten einer Fischaufstiegsanlage	15
Formel 3: Kosten einer Einschwimmsperre	16
Formel 4: Kosten geteilte Raugerinne	16
Formel 5: Materialkosten für einen Rechen	17
Formel 6: Ermittlung der Montagekosten	18
Formel 7: Gesamtkosten für Fischschutz und Fischabstieg	18
Formel 8: Berechnung der jährlichen Volllaststunden einer WKA	19
Formel 9: Berechnung des aktuellen Vergütungssatzes nach EEG	20
Formel 10: Berechnung der Jahresarbeit einer WKA	22
Formel 11: Ermittlung der möglichen Leistung einer WKA	22
Formel 12: Ermittlung des Verlustes an Jahresarbeit durch ökologische Abflüsse	23
Formel 13: Potenzielle Ausbauleistung einer WKA	47
Formel 14: Ermittlung der Jahresarbeit einer WKA	48
Formel 15: Empirischer Formelansatz für die Ermittlung der Kosten einer WKA	48
Formel 16: Reine Baukosten	49
Formel 17: Kosten der maschinentechnischen Ausrüstung:	49
Formel 18: Kosten der elektrotechnischen Ausrüstung:	49
Formel 19: Kosten des Stahlwasserbaus:	49
Formel 20: Gesamtinvestitionskosten für den Bau einer WKA	49

16 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Gewässer des Untersuchungsgebietes	3
Abb. 2: Fischfaunistische Typen aus WAGNER (2014)	10
Abb. 3: Definition der Anströmgeschwindigkeit im Bereich eines Rechens	12
Abb. 4: Mögliche Komponenten eines Standortes mit Querbauwerk	26
Abb. 5: Querbauwerk mit Ausleitung und Aufteilung des Durchflusses sowie der aufstiegswilligen Fische	27
Abb. 6: Arbeitsannahme für die großräumige Auffindbarkeit bei unterschiedlichen Entnahmemengen	28
Abb. 7: Darstellung der einzelnen Parameter für Auffindbarkeit und Passierbarkeit an einem Ausleitungsstandort unter Berücksichtigung der einzelnen möglichen Wanderwege.	31
Abb. 8: Komponenten der Fischabwanderung an einem Ausleitungskraftwerk	40
Abb. 9: Aufstau und Ausleitung an einem Wehrstandort	43

17 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Stammdaten der Pegel im Untersuchungsgebiet	4
Tab. 2: Beispiel für die Einschätzung der hydraulischen Funktionsfähigkeit einer bestehenden Fischaufstiegsanlage in der unteren Forellenregion im Abgleich mit Grenz- und Bemessungswerten nach DWA-M 509	7
Tab. 3: Beispiel für die Einschätzung der Funktionsfähigkeit von Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen im Abgleich mit den Vorgaben nach TLUG (2009)	8
Tab. 4: Einordnung der Gewässer in die Fischgewässertypen mit Leitarten und aktuellen Befischungsergebnissen (Monitoring WRRL)	9
Tab. 5: Bemessungsfischarten für die jeweilige Fischregion	11
Tab. 6: Mindestdurchflüsse von Bypässen für den Fischabstieg je Fischregion (aus TLUG 2011)	15
Tab. 7: Kostenansatz für Fischaufstiegsanlagen, verändert nach TLUG (2011)	16
Tab. 8: Kostenansatz für Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen, verändert nach TLUG (2011)	17
Tab. 9: Materialkosten des Rechenreinigers $K_{M,RR}$ und der Rechenspülschütze $K_{M,RSS}$ in Abhängigkeit vom Ausbaudurchfluss	17
Tab. 10: Jährlich verringerte Vergütungssätze nach EEG 2017	20
Tab. 11: Einstufung der verschiedenen Bewertungsmerkmale für Auffindbarkeit, Passierbarkeit und Durchgängigkeit eines Standortes	25
Tab. 12: Einstufung der verschiedenen Bewertungsmerkmale für Schädigungen an einem Standort (z. B. bei Turbinen- oder Wehrpassage)	25
Tab. 13: Einstufung der verschiedenen Bewertungsmerkmale für Fischauf- und -abstieg an einem Standort	25
Tab. 14: Bewertung der kleinräumigen Auffindbarkeit eines Wanderweges für die flussauf gerichtete Wanderung	29
Tab. 15: Bewertung der Passierbarkeit eines Querbauwerkes ohne gesonderte Fischaufstiegsanlage	30
Tab. 16: Bewertung der Passierbarkeit eines Querbauwerkes mit gesonderter Fischaufstiegsanlage	31
Tab. 17: Aufstiegsrate am einem Standort im Ist-Zustand (X Multiplikation; + Addition)	32
Tab. 18: Bewertung der Kleinräumigen Auffindbarkeit von Wanderwegen für die flussabwärts gerichtete Wanderung	35
Tab. 19: Ableitvermögen der mechanischen Barriere für potamodrome Fischarten	36
Tab. 20: Systemableitrate bei geringfügig beeinträchtigtem Abwanderweg	36
Tab. 21: Systemableitrate bei mäßig beeinträchtigtem Abwanderweg	37
Tab. 22: Systemableitrate bei erheblich beeinträchtigtem Abwanderweg	37
Tab. 23: Systemableitrate bei unwirksamem Abwanderweg	37
Tab. 24: Rechenpassageraten in Abhängigkeit von der lichten Stabweite.	38
Tab. 25: Theoretische, abgeschätzte Überlebensraten von potamodromen Arten bei der Turbinenpassage bei kleinen WKA ($Q_A < 10 \text{ m}^3/\text{s}$)	38
Tab. 26: Überlebensrate bei Passage des Wehres	39
Tab. 27: Bewertung der flussab gerichteten Passierbarkeit des Standortes für absteigende Fische	40

Gesamtbewertung für die Herstellung der Durchgängigkeit an Gera, Apfelstädt und Ohra

Teil 2: Ergebnisbericht Gera (mit Wilder Gera und Zahmer Gera)



Juli 2017

Gesamtbewertung für die Herstellung der Durchgängigkeit an Gera, Apfelstädt und Ohra

„Durchgängigkeitskonzept Gera, Apfelstädt, Ohra“

Teil 2: Ergebnisbericht Gera (mit Wilder und Zahmer Gera)

Auftraggeber Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
Göschwitzer Str. 41
07745 Jena

Auftragnehmer Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und
Ökologie GmbH
Hydrolabor Schleusingen
Themarer Str. 16 c
98553 Schleusingen

Bearbeiter Dipl.-Uwi. Manuela Reuter
Dipl.-Biol. Maria Schmalz

Schleusingen, Juli 2017

Inhalt

1	Veranlassung und Aufgabenstellung.....	1
2	Grundlegende Angaben zur Gera.....	2
2.1	Gewässerstruktur	2
2.2	Fischfauna.....	4
3	Erfassung und Bewertung des Ist-Zustandes	7
3.1	Vorhandene Querbauwerke.....	7
3.2	Hydrologische Grundlagen	10
3.3	Festlegung der prioritären Bereiche	11
3.4	Ist-Zustand der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit	13
3.5	Ist-Zustand der flussabwärts gerichteten Durchgängigkeit	15
4	Planung und Bewertung von Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit	18
4.1	Fischaufstieg.....	18
4.1.1	Ableitung erforderlicher Maßnahmen	18
4.1.2	Festlegung von Abflüssen für Fischaufstiegsanlagen und Mindestwasserstrecken	19
4.1.3	Priorisierung der Maßnahmen	21
4.1.4	Kostenschätzung für die Maßnahmen zum Fischaufstieg.....	22
4.1.5	Bewertung des Plan-Zustandes	24
4.2	Fischabstieg	27
4.2.1	Ableitung erforderlicher Maßnahmen	27
4.2.2	Festlegen von Abflüssen für Fischabstiegsanlagen	27
4.2.3	Kostenschätzung für die Maßnahmen	27
4.2.4	Bewertung des Plan-Zustandes	28
4.3	Detailergebnisse	28
4.3.1	Durchgängigkeit im Bereich der Stadt Erfurt	28
4.3.2	Durchgängigkeit im Bereich der Stadt Arnstadt.....	33
5	Auswirkungen der ökologischen Maßnahmen auf die Wirtschaftlichkeit von WKA	39
6	Beeinträchtigungen durch Stauräume und Ausleitungen.....	41
6.1	Beeinflussung im Ist-Zustand	41
6.2	Beeinflussung im Plan-Zustand	42
7	Prüfung der Nutzbarkeit von Querbauwerken nach § 35 WHG.....	43
7.1	Wehr Nettelbeckufer (G04).....	43
7.2	Wehr Schmidtstedter Knoten (G05).....	43
7.3	Papierwehr (G07)	44
7.4	Wehr Arnstadt Sportplatz (G14).....	44
8	Erreichen des guten ökologischen Zustandes	44
9	Denkmalgeschützte Wehranlagen	45
10	Zusammenfassung.....	45
11	Literatur.....	49
12	Abbildungsverzeichnis.....	50
13	Tabellenverzeichnis	51

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Veranlassung und Aufgabenstellung wurde in der Leistungsbeschreibung zum Durchgängigkeitskonzept ausführlich dargelegt und im Erläuterungsbericht zur Methodik aufgeführt. In den hier vorliegenden Ergebnisberichten werden die Ergebnisse getrennt nach Gewässern dargestellt. Für die jeweils angewandte Methodik wird auf den entsprechenden Berichtsteil verwiesen.

Der vorliegende Bericht beschäftigt sich mit den Ergebnissen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit in der Gera inkl. Wilde Gera und Zahme Gera.

Aus Abb. 1 ist die Lage der Gera im Verhältnis zu den anderen Gewässern des Untersuchungsgebietes ersichtlich.

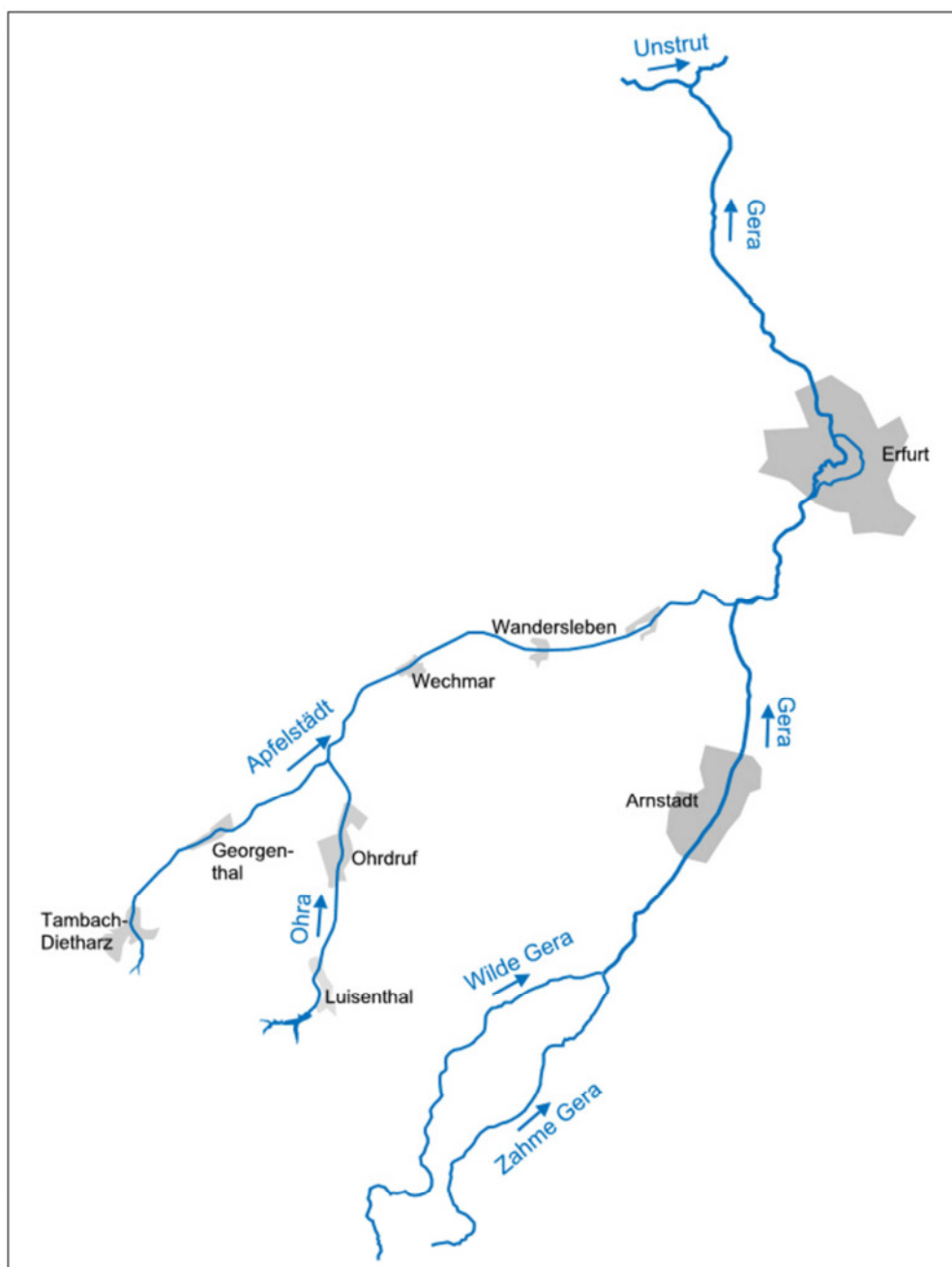


Abb. 1: Gewässer des Untersuchungsgebietes

2 Grundlegende Angaben zur Gera

Der eigentliche Flusslauf der Gera wird durch den Zusammenfluss der beiden Bäche Wilde Gera (linksseitig) und Zahme Gera (rechtsseitig) in der Ortschaft Plaue gebildet. Ab diesem Zusammenfluss hat die Gera eine Länge von ca. 51 km. Die Wilde Gera weist eine Länge von etwa 22 km und die Zahme Gera von ca. 19 km auf. Das gesamte Einzugsgebiet hat eine Größe von 1.090 km² (TLU 1998). Das Untersuchungsgebiet umfasst sowohl beide Nebenbäche als auch den Flusslauf der Gera bis zur Mündung in die Unstrut.

Die Wilde Gera entspringt mit mehreren Quellbächen in der Nähe des Rennsteiges nahe der Schmücke. Im Verlaufe des Gewässers fließen weitere Bäche zu, u.a. die Lütsche. Unterhalb des Gehlberger Grundes wird Wasser aus der Wilden Gera in die Ohratalsperre abgeleitet. Unterhalb der Gemeinde Liebenstein versickert ein Großteil des Wassers der Wilden Gera im verkarsteten Untergrund und tritt erst in Plaue aus der Karstquelle Plauescher Spring wieder zutage.

Die Zahme Gera entspringt ebenfalls nahe der Schmücke und durchfließt anfangs ein tief eingeschnittenes Tal. Hier wird ebenfalls Wasser über den Gerastollen zur Ohratalsperre geleitet. Größere Nebenbäche sind der Wirrbach und der Reichenbach. Auch die Zahme Gera ist östlich von Rippersroda von Karstversickerung betroffen. Das versickerte Wasser tritt ebenfalls aus dem Plaueschen Spring wieder aus.

Die Gera selbst durchfließt weiter flussabwärts unterhalb Plaue die Ortschaften Dösdorf, Siegelbach und Arnstadt. Hier befindet sich ein ausgedehntes Mühlgrabensystem. In Arnstadt fließt die Wilde Weiße zu. Unterhalb von Ichtershausen mündet die Wipfra in die Gera. Nördlich von Molsdorf fließt die Apfelstädt als wichtigster Nebenfluss der Gera zu. Im weiteren Verlauf fließt die Gera in das Stadtgebiet von Erfurt und bildet hier ein ausgedehntes und verzweigtes Gewässersystem, was in historischen Zeiten eine Vielzahl von Mühlen antrieb. Manche Wasserarme wurden zugeschüttet. Der Flutgraben, welcher einen Teil des Gerawassers aufnimmt und um den Stadtkern von Erfurt herumleitet, wurde für den Hochwasserschutz der Stadt errichtet. In Erfurt zweigt die Schmale Gera ab und wird als eigenes Gewässer der Unstrut zugeführt. Unterhalb der Stadt folgen weitere kleine Ortschaften. Unterhalb von Gispersleben zweigt die Mahlgera ab, die erst kurz vor der Mündung wieder in die Gera geführt wird. Die Mahlgera ist Teil eines verzweigten Gewässer- und Grabensystems im linksseitigen Tal des Unterlaufes der Gera. Kurz unterhalb der Stadt Gebesee mündet die Gera in die Unstrut.

Das Untersuchungsgebiet umfasst die Wilde und Zahme Gera sowie den Flusslauf der Gera bis zur Mündung. Dabei wurde in Erfurt ausschließlich das Flutgrabensystem, nicht aber das innerstädtische Gera-System (des Bergstromes) detailliert betrachtet. Schmale Gera und Mahlgera wurden ebenfalls nicht näher untersucht.

2.1 Gewässerstruktur

Die Gera ist vor allem im Unterlauf strukturell sehr stark beeinträchtigt. Das Gewässer ist hier begradigt und eingedeicht und zudem von Wasserentzug betroffen. Unterhalb Kühnhausen ist der Fluss vollständig verändert (Strukturgüteklasse 7). In Erfurt herrscht überwiegend Strukturgüteklasse 5-6 vor, was ebenfalls auf eine massive strukturelle Beeinträchtigung schließen lässt. Etwas günstigere Abschnitte finden sich erst unterhalb Ichtershausen, allerdings sind diese nicht sehr ausgedehnt. Längere strukturell hochwertige Abschnitte befinden sich oberhalb Arnstadt und vor allem in den Gewässern Wilde Gera und Zahme Gera. Hier überwiegen sogar mäßig veränderte Bereiche

(Strukturgüteklasse 3) und besser. In der Wilden Gera ist der Oberlauf oberhalb Gräfenroda naturnah. Die Beeinträchtigungen in den Ortschaften Gräfenroda und Liebenstein führen in der Wilden Gera zu Strukturgüteklassen 4-5. (Abb. 2, Kartografie nach Strukturgütekarten aus http://www.thueringen.de/th8/tlug/umweltthemen/umwelt_und_raum/index.aspx).

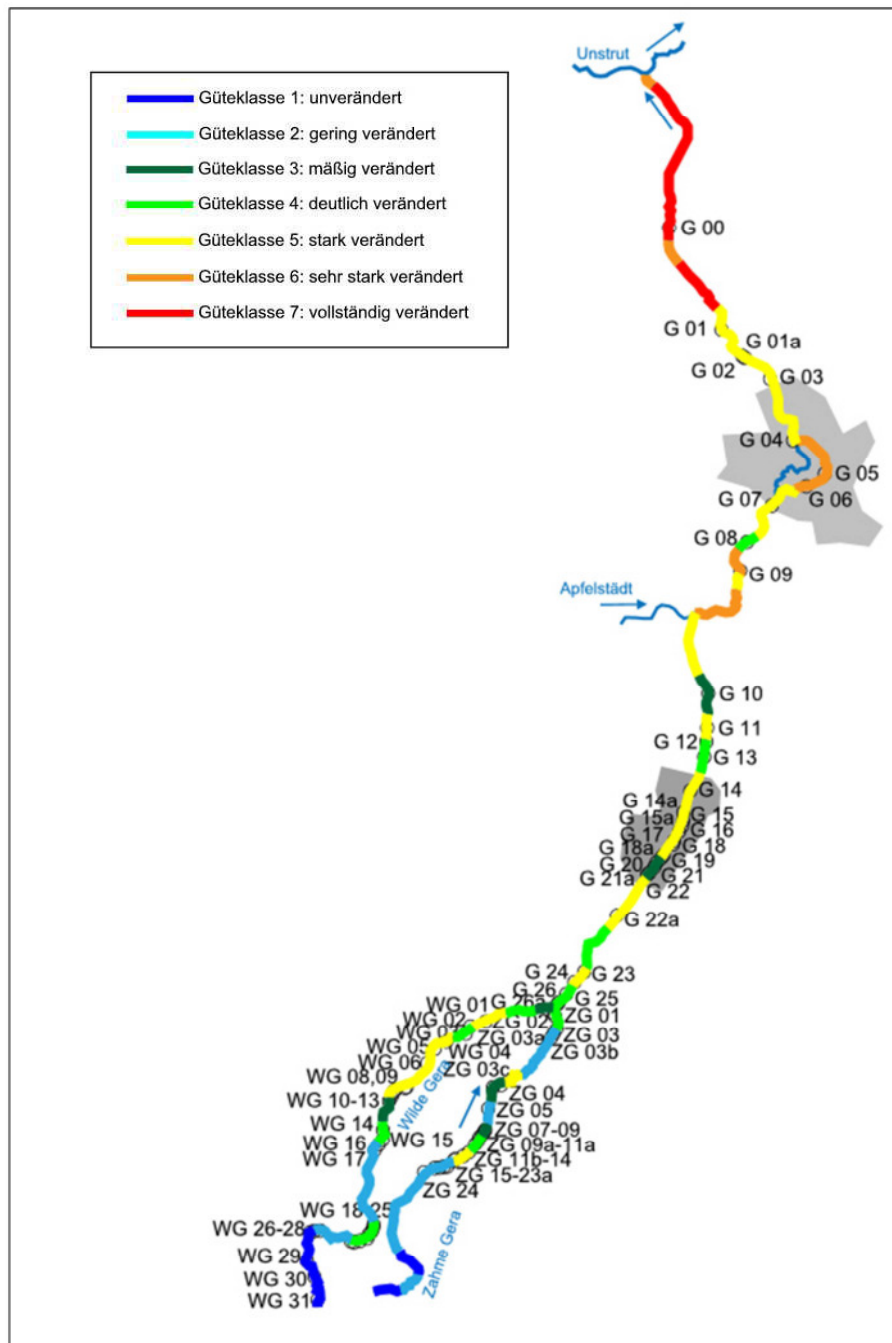


Abb. 2: Gewässerstruktur der Gera (Daten TLUG, Stand 2001, Struktur gesamt), Karte erstellt mit Serif DrawPlus X2

Die Gera wurde in den geltenden Gewässerrahmenplänen für die Oberflächenwasserkörper (OWK) „Untere Gera“ und „Obere Gera“ als Schwerpunktgewässer für die Durchgängigkeit ausgewiesen (http://www.tlug-jena.de/gwrpl/tab_gwrp_x.html?tab_gwrp.html). Eine Ausweisung als Schwerpunkt-

gewässer für Struktur erfolgte bei beiden OWK nicht. Für Wilde und Zahme Gera sind in den Gewässerrahmenplänen bisher keine Maßnahmen benannt.

Der OWK „Untere Gera“ umfasst die Gera von der Mündung bis zum Erfurter Papierwehr, wo die Gera in die innerstädtischen Gewässer und den Flutgraben aufgeteilt wird.. Er wurde aufgrund des Ausbaugrades für den Hochwasserschutz als erheblich veränderter Wasserkörper (HMWB) eingestuft. Das ökologische Potenzial ist hier als „mäßig“ eingestuft, die Fischfauna ist ebenso als „ökologisch mäßiges Potenzial“ bewertet.. Im Gewässerrahmenplan sind für die Herstellung der Durchgängigkeit acht Maßnahmen enthalten (für Gera und Flutgraben). Diese wurden in das vorliegende Konzept integriert.

Der OWK „Obere Gera“ ist als natürlicher Wasserkörper eingestuft und reicht vom Erfurter Papierwehr flussaufwärts bis zum Zusammenfluss von Wilder und Zahmer Gera. Die einmündenden Nebengewässer Apfelstädt und Wipfra bilden eigene Wasserkörper. Der ökologische Zustand ist aktuell vor allem aufgrund des Zustandes der Fischfauna unbefriedigend. Der chemische Zustand und die allgemeine Degradation sind demgegenüber bereits als „gut“ eingestuft worden (<http://www.geoproxy.geoportal-th.de/>). Der Gewässerrahmenplan enthält elf Maßnahmen für die Herstellung der Durchgängigkeit. Diese wurden bei der Erstellung des vorliegenden Konzeptes berücksichtigt und konkretisiert.

Für die OWK Wilde Gera und Zahme Gera existieren derzeit keine Gewässerrahmenpläne. Nach den Angaben des Geoportals Thüringen (<http://www.geoproxy.geoportal-th.de/>) ist der Zustand der Wilden Gera „ökologisch gut“..

Der ökologische Zustand der Zahmen Gera wird mit „mäßig“ angegeben, was auf die ökologische Einstufung des Zustandes der Wasserpflanzen/Algen zurückzuführen ist, andererseits aber auch dem Zustand der Fischfauna entspricht.

2.2 Fischfauna

Das Gerasystem hat Anteil an sechs Fischgewässertypen (WAGNER 2014). Sie sind in Tab. 1 aufgeführt. Aufgrund der Ausweisung des OWK „Untere Gera“ als HMWB (heavy modified water body) sind die Leitbilder für die Fischfauna von denen eines natürlichen Wasserkörpers (NWB) verschieden. Von der Mündung in die Unstrut bis nach Kühnhausen ist der Typ 9.1 Epipotamal Saale mit dem Subtyp HMWB HWSmV (Hochwasserschutz mit Vorland) ausgewiesen. Darauf folgt flussauf bis zum Zufluss der Apfelstädt der Typ 9.1 Hyporhithral. Ein kleiner Abschnitt dieser Typ-Strecke (Apfelstädtmündung bis oberhalb Erfurt) ist dabei als NWB (natural water body) ausgewiesen, der Rest jedoch als HMWB, BoV (Bebauung ohne Vorland). Der Bereich von Plaue bis zur Apfelstädtmündung wird als Sondertyp 9.1 Hyporhithral Gera Kalt ausgewiesen. Dieser Bereich ist durch die Verkarstung und die Zuführung von Quellwasser sehr kalt und deshalb nur für ein bestimmtes Artenspektrum als Lebensraum geeignet. Sowohl Wilde als auch Zahme Gera gehören im Unterlauf zum Typ 7 Epirhithral Karst, die weiter oberhalb gelegenen Bereiche zum Typ 5 Epirhithral.

Abb. 3 und Abb. 4 zeigen die Verteilung der Fischgewässertypen.

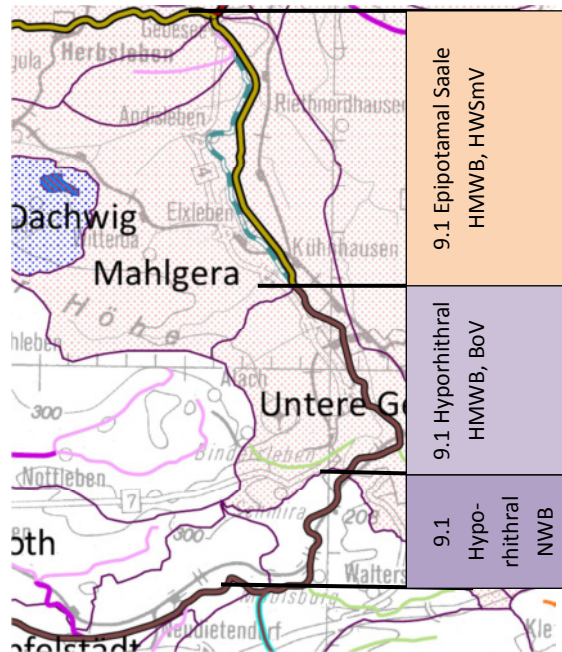


Abb. 3: Fischgewässertypen an der Unteren Gera (aus WAGNER 2014)

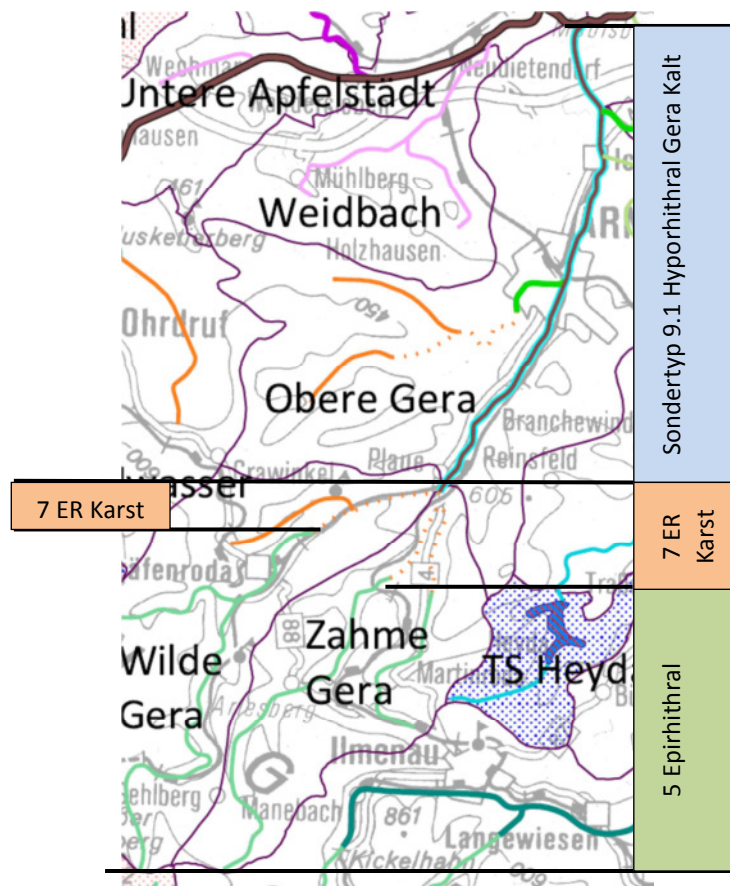


Abb. 4: Fischgewässertypen an der Oberen Gera, der Wilden Gera und der Zahmen Gera (aus WAGNER 2014)

Tab. 1: Verzeichnis der Fischgewässertypen, Leitarten sowie der aktuellen Befischungsergebnisse an der Gera

Gewässer	Fischgewässertyp	Leitarten	Aktuelle Fischfauna	
Gera				
Mündung (Mdg.) bis G01 (Gera01)	9.1.EP HMWB HwSmV	Gründling, Hasel, Bachforelle, Döbel, Äsche, Plötze, Schmerle	Elxleben 2015: Bachforelle, Hasel, Döbel, Äsche, Gründling, Schmerle, Groppe, Plötze, Flussbarsch, Stichling Kühnhausen 2015: Gründling, Hasel, Bachforelle, Äsche, Groppe, Plötze, Schmerle, Flussbarsch, Elritze	Barben-region
G01 - G07	9.1 HR HMWB BoV	Bachforelle, Groppe, Gründling, Hasel, Döbel, Äsche	Erfurt/Riethstr. 2016: Bachforelle, Groppe, Hasel, Äsche, Elritze, Plötze, Flussbarsch, Ukelei, Bachneunauge	
G07- Mdg. Apfelstädt	9.1 HR NWB	Schmerle, Äsche, Elritze, Gründling, Bachforelle, Groppe, Hasel, Döbel, Bachneunauge		Äschen-region
Mdg. Apfelstädt bis Zusammenfluss Wilde und Zahme Gera	Sondertyp Gera kalt	Bachforelle, Groppe, Bachneunauge, Äsche	Ichtershausen 2015: Bachforelle, Groppe, Bachneunauge, Äsche, Aal	
Zahme Gera				
Mdg. bis ZG04 (Zahme Gera04)	7 ER Karst	Bachforelle, Groppe		Forellen-region
ZG04 bis Quelle	5 ER	Bachforelle, Groppe	Geraberg 2015, Arlesberg 2015: Bachforelle, Groppe	
Wilde Gera				
Mdg. bis WG03 (Wilde Gera03)	7 ER Karst	Bachforelle, Groppe		Forellen-region
WG03 bis Quelle	5 ER	Bachforelle, Groppe	Liebenstein oberhalb 2015: Bachforelle, Groppe	

Aktuell sind WRRL-Befischungsdaten von 2015 aus dem Unterlauf der Gera, aus dem Bereich bei Ichtershausen sowie aus Wilder Gera und Zahmer Gera verfügbar (ARGE WRRL 2015). Die beiden Probestellen im Unterlauf (Typ 9.1 EP HMWB) wiesen dabei ein unbefriedigendes ökologisches Potenzial auf. Bei einer Befischung im Rahmen einer Evakuierung 2016 wurden in Erfurt Höhe Riethstraße ein relativ artenreicher Fischbestand erfasst. Diese Befischung wurde jedoch nicht im Sinne der WRRL ausgewertet. An der WRRL-Messstelle Ichtershausen (Sondertyp 9.1 HR Gera kalt) konnte bereits ein guter ökologischer Zustand der Fischfauna festgestellt werden. Gleiches gilt für die Messstellen an der Zahmen Gera oberhalb von Arlesberg sowie an der Wilden Gera bei Gräfenroda. Ein mäßiger Zustand findet sich an der Zahmen Gera bei Geraberg.

3 Erfassung und Bewertung des Ist-Zustandes

3.1 Vorhandene Querbauwerke

In der Gera wurden insgesamt 39 Querbauwerke erfasst und bewertet, darunter neun neu identifizierte Querbauwerke (Tab. 3).

Die Nummerierung der einzelnen Querbauwerke wurde vom Wehrkataster der TLUG (Ersterfassung 2005) übernommen und bei neu erfassten Standorten durch Buchstaben ergänzt. Der Übersichtlichkeit halber wurde teilweise eine genauere Betitelung vorgenommen. Sie beginnt an der Mündung mit 00 bzw. 01 (z.B. G00 - G26a für die Gera, ZG01 - ZG24 für die Zahme Gera). Bei der Wilden Gera erfolgte aufgrund der Übersichtlichkeit eine komplett neue Durchnummerierung (WG01 - WG31). Als Standort wird jeweils das Querbauwerk inklusive aller Ausleitungen mit evtl. vorhandenen Wasserkraftanlagen (WKA) sowie des Stauraumes bezeichnet. Nicht immer sind alle Komponenten an einem Standort vorhanden.

Abb. 5 veranschaulicht die Verteilung der einzelnen Arten der Querbauwerke. Der Hauptteil der Standorte in der Gera wird durch Abstürze gebildet. Diese sind vor allem in den beiden Zuflüssen verbreitet. Ebenfalls häufig sind Wehre vertreten, wobei es sich teilweise nur noch um relativ niedrige Wehrschwellen handelt. Die meisten Wehrstandorte befinden sich im Hauptlauf der Gera. An einigen Standorten, vor allem in der Gera und der Zahmen Gera sind bereits Raugerinne vorhanden, von denen ein Teil für den Fischaufstieg errichtet wurde. In der Zahmen Gera sind weiterhin häufig Grundschwelle anzutreffen. Eine ganze Reihe an Querbauwerken existieren nicht mehr bzw. wurden in sehr flache Raugerinne umgebaut. Einige der angegebenen Standorte wurden nicht gefunden und deshalb als durchgängig angegeben, da angenommen wurde, dass sie ebenfalls nicht mehr existent sind. In der Wilden und Zahmen Gera gibt es einige lange glatte Rampen in den Oberläufen. Im Oberlauf der Wilden Gera wurden drei kleine Thomson-Messwehre gefunden, die als Absturz ausgebildet sind. Die einzelnen Standorte sind in den Steckbriefen in Anhang 4-G (=Anhang 4, die Gera betreffend) detailliert vorgestellt.

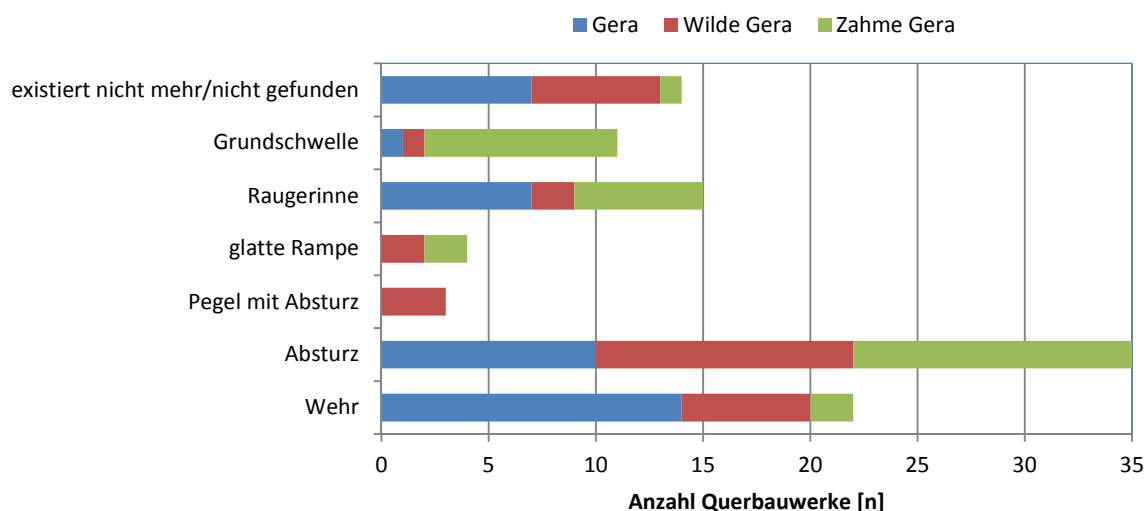


Abb. 5: Querbauwerke in Gera, Zahmer Gera und Wilder Gera (n=104)

Unter diesen Wanderhindernissen befinden sich drei Wasserkraftanlagenstandorte, die sich auf zwei Querbauwerksstandorte verteilen. Es handelt sich dabei um zwei Anlagen in Arnstadt, die beide am Mühlgraben ausgehend vom Wehr Arnstadt (G22 Fürstenbergwehr) betrieben werden. Am Standort Wehr Dosdorf (G23) wird ebenfalls eine Wasserkraftanlage am Mühlgraben betrieben. Weiterhin werden in der am Wehr Kühnhausen (G01) ausgeleiteten Mahlgera zwei Wasserkraftanlagen betrieben, die jedoch nicht Gegenstand der aktuellen Untersuchungen waren.

Insgesamt wird an fünf Standorten Wasser ausgeleitet, zweimal für die aktuelle Nutzung der Wasserkraft, für die Speisung der Mahlgera und für die Beaufschlagung des Flutgrabens in Erfurt. Eine nur geringfügige Ausleitung erfolgt am Standort G03 (Wehr Teichmannshof).

An der Wilden Gera wurden 32 Querbauwerke bewertet, davon drei neu erfasste Standorte. An einem Standort befindet sich eine Wasserkraftanlage (WG04), die jedoch derzeit außer Betrieb ist. An fünf Querbauwerken erfolgt eine sehr geringfügige Ausleitung von Wasser, welche kleine, nicht mehr genutzte Gräben speist.

In der Zahmen Gera befinden sich aktuell 33 Querbauwerke, von denen neun neu erfasst wurden. Im Oberlauf befindet sich eine kleine Mühle mit Wasserrad (ZG24 Mühlenwehr Arlesberg), welches selten im Museumsbetrieb genutzt wird und keine elektrische Energie erzeugt. Nur am ehemaligen Wehr Angelroda (ZG04) erfolgt eine geringfügige Ausleitung von Wasser.

Die Dichte an Querbauwerken ist in den einzelnen Flussbereichen sehr unterschiedlich. Im OWK Untere Gera (Mündung bis Zufluss Apfelstädt) mit einer Länge von ca. 31,6 km ist die Dichte an Querbauwerken mit einem Standort alle 2,9 km vergleichsweise gering. Einige dieser Querbauwerke sind bereits vollständig zurückgebaut (z. B. G00, G09, G10). Im OWK „Obere Gera“ (Zufluss Apfelstädt bis Plaue) mit einer Länge von ca. 20 km befindet sich alle 0,9 km ein Querbauwerk. Dieser Bereich ist aufgrund des höheren Gefälles deutlich stärker verbaut. Die Wilde Gera ist mit einem mittleren Abstand zwischen den Querbauwerken von 0,7 km noch stärker fragmentiert. Der höchste Verbauungsgrad ist hier in den Ortschaften Liebenstein und Gräfenroda anzutreffen. In der Zahmen Gera ist der mittlere Abstand zwischen den Querbauwerken mit einem QBW alle 0,6 km sogar noch etwas geringer. Die meisten Querbauwerke befinden sich hier in Geraberg

Die Begehungen der Gera erfolgten zwischen dem 03.06. und 30.06.2015.

Tab. 2: Untersuchte Querbauwerke in der Gera, Zahmen Gera und Wilden Gera

Kurzbezeichnung	Bezeichnung	WKA Standort	Wanderweg	Ausleitung nein=0, ja=1
G 00	ehem. Sohlabsturz Walschleben	nein	existiert nicht mehr/Raugerinne	0
G 01	Wehr Kühnhausen	nein	Mahlgera	1
G 01	Wehr Kühnhausen	nein	Wehr mit Umgehungsgerinne m. Becken	1
G 01a	Absturz uh. Wehr Gispersleben	nein	Absturz, keine FAA	0
G 02	Wehr Gispersleben	nein	Mühlgraben ausgehend von G03	1
G 02	Wehr Gispersleben	nein	Wehr, keine FAA	1
G 03	Wehr Teichmannshof	nein	Mühlgraben einmündend uh. G02	0
G 03	Wehr Teichmannshof	nein	Wehr, keine FAA	0
G04	Wehr Nettelbeckufer	nein	Gera/Breitstrom ausgehend von G07	1
G 04	Wehr Nettelbeckufer	nein	Wehr, keine FAA	1
G 05	Wehr Schmidtstedter Knoten	nein	Wehr, keine FAA	0
G 06	Walzenwehr Erfurt	nein	Walze oben, kein Stau	0

Kurzbezeichnung	Bezeichnung	WKA Standort	Wanderweg	Ausleitung nein=0, ja=1
G 07	Papierwehr Erfurt	nein	Gera/Breitstrom einmündend uh. G04	0
G 07	Papierwehr Erfurt	nein	Wehr mit Beckenpass	0
G 08	ehem. Sohlenstufe Hochheim	nein	existiert nicht mehr/Raugerinne	0
G 09	ehem. Sohlenstufe Bischleben	nein	existiert nicht mehr/Raugerinne	0
G 10	ehem. Sohlenstufen Ichtershausen Brücke A71	nein	existiert nicht mehr/Raugerinne	0
G 11	Sohlenst. ehem. Nadelwerk I Ichtershausen	nein	Wehr, keine FAA	0
G 12	Wehr ehem. Nadelwerk II Ichtershausen	nein	Wehr, keine FAA	0
G 13	Sohlenst. ehem. Wehr Rudisleben	nein	Wehr, keine FAA	0
G 14	Wehr Arnstadt Sportplatz	nein	Wehr mit Beckenpass	0
G 14a	Sohlgleite oh. Brücke Bierweg	nein	Raugerinne	0
G 15	Sohlenstufen beim alten Gaswerk Arnstadt	nein	Raugerinne	0
G 15a	Sohlenstufen uh. Loh-Sportplatz (Friedhof)	nein	Raugerinne	0
G 16	Sohlenstufen Loh-Sportplatz (Friedhof)	nein	Raugerinne	0
G 17	ehem. Sohlenst. Parkweg Arnstadt	nein	existiert nicht mehr/Raugerinne	0
G 18	Sohlenstufen alte Papiermühle	nein	Absturz, keine FAA	0
G 18a	Grundschwelle am Wollmarkt	nein	Grundschwelle	0
G 19	Sohlenst. ehem. Brauerei (Wollmarkt)	nein	Absturz, keine FAA	0
G 20	Sohlenst. Südbahnhof Arnstadt	nein	Grundschwelle+Absturz, keine FAA	0
G 21	Sohlenst. Kurhausplatz Arnstadt	nein	Absturz, keine FAA	0
G 21a	Sohlenstufen uh. Fürstenbergwehr	nein	Absturz, keine FAA	0
G 22	Wehr Arnstadt (Fürstenbergwehr)	ja	Wehr, keine FAA	1
G 22a	Pegel Arnstadt/Siegelbach	nein	Absturz, keine FAA	0
G 23	Wehr Schützenwehr Dosdorf	ja	WKA, Mühlgraben	1
G 23	Wehr Schützenwehr Dosdorf	ja	Wehr mit Beckenpass	1
G 24	Sohlenst. ehem. Wehr Massenmühle	nein	Raugerinne	0
G 25	Sohlgleite ehem. Wehr Plaue	nein	Raugerinne	0
G 26	Sohlenstufen Plaue (1)	nein	existiert nicht mehr/Raugerinne	0
G 26a	Sohlenstufe Plaue	nein	Anstau/Raugerinne	0
ZG 01	Sohlenstufen Neuer Pegel Plaue	nein	Pegel - Raugerinne	0
ZG 02	Sohlenstufen Alter Messpegel Plaue	nein	Raugerinne	0
ZG 03	Sohlenstufen uh. DB Plaue	nein	existiert nicht mehr/Raugerinne	0
ZG 03a	Grundschwelle uh DB Plaue	nein	Grundschwelle	0
ZG 03b	Grundschwelle Brücke Ilmenauer Str., Plaue	nein	Grundschwelle	0
ZG 03c	Grundschwelle Angelroda	nein	Grundschwelle	0
ZG 04	ehemaliges Wehr Angelroda	nein	Mühlgraben	1
ZG 04	ehemaliges Wehr Angelroda	nein	Raugerinne mit Beckenstruktur	1
ZG 05	Rückhaltebecken Angelroda	nein	Raugerinne	0
ZG 06	ehem. Sohlschwelle oh. der Misselmühle	nein	Absturz, keine FAA	0
ZG 07	Sohlengleite Misselmühle	nein	Raugerinne mit Beckenstruktur	0
ZG 08	Furt unter Autobahn	nein	Absturz, keine FAA	0
ZG 09	Sohlschwelle 2 oh. der Autobahn	nein	Absturz, keine FAA	0
ZG 09a	Absturz uh. Bauigema Geraberg	nein	Absturz, keine FAA	0
ZG 10	Sohlengleite Bauigema Geraberg	nein	Raugerinne mit Beckenstruktur	0
ZG 11	ehemaliges Wehr Geraberg	nein	Sohlenschwelle	0
ZG 11a	Grundswellen uh. Bahnhofstraße	nein	Grundschwelle	0
ZG 11b	Absturz uh. Plan, Geraberg	nein	Absturz, keine FAA	0
ZG 12	Absturz am Plan (Thermometermuseum)	nein	Absturz, keine FAA	0
ZG 13	Absturz Schulstraße	nein	Absturz, keine FAA	0
ZG 13a	Grundschwelle oh. Schulstr.	nein	Grundschwelle	0
ZG 14	Absturz Waldstraße	nein	Absturz, keine FAA	0
ZG 15	Grundschwelle oh. Waldstraße	nein	Grundschwelle	0
ZG 16	Absturz uh. Zur Bergbrauerei	nein	Absturz, keine FAA	0
ZG 17	glatte Rampe Zur Bergbrauerei	nein	glatte Rampe, keine FAA	0
ZG 18	glatte Rampe am Freibad, Geraberg	nein	glatte Rampe, keine FAA	0
ZG 19	Absturz am Sportplatz Geraberg	nein	Absturz, keine FAA	0

Kurzbezeichnung	Bezeichnung	WKA Standort	Wanderweg	Ausleitung nein=0, ja=1
ZG 20	Sohlenstufe hinter Gerataklause	nein	Absturz, keine FAA	0
ZG 20a	Pegel Geraberg	nein	Absturz, keine FAA	0
ZG 21	Absturz oh. Pegel Geraberg	nein	Absturz, keine FAA	0
ZG 22	Grundschwelle oh. Tankstelle Geraberg	nein	Grundschwelle	0
ZG 23	Wehr am Kreisel Geraberg	nein	Wehr, keine FAA	0
ZG 23a	Braunsteinmühle Arlesberg	nein	Grundschwellen, keine FAA	0
ZG 24	Mühlenwehr Arlesberg	nein	Wehr, keine FAA	0
WG 01	Wehr Liebenstein	nein	Wehr, keine FAA	0
WG 02	Sohlenstufe Liebenstein	nein	Wehrschwelle	0
WG 03	Sohlenstufe ehem. Wehr Liebenstein	nein	Sohlenschwellen/Raugerinne	0
WG 04	Wehr Mühle Liebenstein (Bäckerei)	ja	WKA, Mühlgraben	1
WG 04	Wehr Mühle Liebenstein (Bäckerei)	ja	Wehr, keine FAA	1
WG 05	Wehr Möbelwerk Gräfenroda	nein	Wehrschwelle, keine FAA	0
WG 06	Absturz oh. Brücke am Schwimmbad Gräfenroda	nein	Absturz, keine FAA	0
WG 07	Große Sohlengleite	nein	nicht gefunden/Raugerinne	0
WG 08	Sohlenstufen Alte Lache Gräfenroda	nein	Absturz, keine FAA	0
WG 09	Wehr Alte Lache Gräfenroda	nein	Mühlgraben	1
WG 09	Wehr Alte Lache Gräfenroda	nein	Wehr, keine FAA	1
WG 10	Sohlabsturz uh. Wehr Gräfenroda	nein	Raugerinne	0
WG 11	ehem. Wehr Gräfenroda Herrenmühle	nein	Mühlgraben	1
WG 11	ehem. Wehr Gräfenroda Herrenmühle	nein	Absturz, keine FAA	1
WG 12	Sohlenstufen Gräfenroda	nein	existiert nicht mehr/Raugerinne	0
WG 13	Sägewerk "Vollwertholzbau"	nein	Absturz, keine FAA	0
WG 14	Wehr Dörrberger Hammer (Sägewerk)	nein	Absturz, keine FAA	0
WG 15	Sohlenstufe 1 Dörrberg	nein	existiert nicht mehr/Raugerinne	0
WG 16	Sohlenstufen Dörrberg	nein	existiert nicht mehr/Raugerinne	0
WG 17	Sohlenstufen 2 Dörrberg	nein	nicht gefunden/Raugerinne	0
WG 18	Sohlenstufen Gehlberger Grund	nein	Absturz, keine FAA	0
WG 19	Wehr Gerastollen	nein	Wehr, keine FAA	0
WG 20	Absturz Brückenlager	nein	Absturz, keine FAA	0
WG 21	Wehr (Überleitung) Gehlberg	nein	nicht gefunden/Raugerinne	0
WG 22	Sohlenst. Pegel Gehlberg	nein	Absturz, keine FAA	0
WG 23	Grundschwelle oh. Pegel Gehlberg	nein	Grundschwelle	0
WG 24	Sohlenst. uh. Ferienbungalows	nein	Absturz, keine FAA	0
WG 25	Schwelle Brücke uh. Siedlg. am Bhf.	nein	Absturz, keine FAA	0
WG 26	Sohlenstufe oh. Bahnhof	nein	Absturz, keine FAA	0
WG 27	glatte Rampe an Gasleitung	nein	glatte Rampe, keine FAA	0
WG 28	glatte Rampe Eisenbahntunnel	nein	glatte Rampe, keine FAA	0
WG 29	Pegel 3 (Thomson-Messwehr)	nein	Wehr, keine FAA	0
WG 30	Pegel 2 (Thomson-Messwehr)	nein	Wehr, keine FAA	0
WG 31	Pegel 1 (Thomson-Messwehr)	nein	Wehr, keine FAA	0

3.2 Hydrologische Grundlagen

Die Hydrologie wird in der Gera durch sechs Pegel erfasst, welche in Tab. 3 aufgeführt sind. Die Werte der einzelnen Querbauwerksstandorte wurden aus den bekannten Einzugsgebieten und den Kenndaten des benachbarten Pegels berechnet. Die berechneten Werte sind keine amtlichen Angaben und damit nicht für statistische Zwecke geeignet.

Tab. 3: Stammdaten der Pegel an der Gera (Quellen: GKJ: Gewässerkundliches Jahrbuch)

Gewässer	Standort	Fluss- km	Einzugs- gebiet	MQ	MNQ	Q ₃₀	Q ₃₃₀	Quelle
		l [km]	AE [km ²]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	
Gera	Erfurt-Möbisburg	29,7	842,8	5,77	1,37	1,51	12,3	GKJ 2012
Gera	Arnstadt	45,2	174,7	2,33	0,664	0,74	4,71	GKJ 2012
Wilde Gera	Gräfenroda	5,0	54,9	0,94	0,19	0,24	2,03	GKJ 2014
Wilde Gera	Gehlberg	16,2	12,5	0,412	0,08	0,09	0,88	GKJ 2014
Zahme Gera	Plaue	0,2	65,2	0,662	0,095	0,098	1,45	GKJ 2014
Zahme Gera	Geraberg	9,3	18,5	0,371	0,053	0,07	0,83	GKJ 2104

Die Gera ist ein Gewässer mit stark schwankenden Abflüssen, was auch ausgeprägte Niedrigwasserperioden beinhalten kann. Die Zuflüsse Wilde Gera und Zahme Gera sind nicht talsperrenreguliert, so dass es hier bei Regenereignissen am Nordhang des Thüringer Waldes schnell zu größeren Abflussspitzen kommen kann. In den letzten Jahren war die Gera häufiger von starken Hochwässern betroffen (zuletzt im Juni 2013). Im Stadtgebiet von Erfurt wird der Gera Wasser entzogen, welches durch die Schmale Gera der Unstrut zugeführt wird und deshalb dem Gewässer nicht mehr zur Verfügung steht. Es ist nicht bekannt, welche Wassermengen für die Schmale Gera ausgeleitet werden. Die Hydrologie der einzelnen Standorte befindet sich im Anhang 1-G.

3.3 Festlegung der prioritären Bereiche

Im Gerasystem befinden sich vor allem oberhalb der Apfelstädtmündung (G10 bis G14) und im Umfeld von Plaue strukturell gut ausgestattete Bereiche. Diese wurden als Zielgebiete mit guter potenzieller Lebensraumqualität angesprochen (siehe Erläuterungsbericht - Methoden, Kap. 8.3) und sollten für wandernde Fische gut erreichbar sein. Die naturnahen Bereiche in den Unterläufen von Wilder Gera und Zahmer Gera sind durch den Karst geprägt und deshalb zumindest zeitweilig auf natürliche Weise in ihrer Durchgängigkeit eingeschränkt. Naturnahe Abschnitte befinden sich auch in den Oberläufen der beiden Bäche. Bei den hier vorkommenden wenigen Fischarten handelt es sich um Kurzdistanzwanderer, so dass die Erreichbarkeit dieser Gebiete ausgehend vom Unterlauf untergeordnet erscheint. Diese Bereiche wurden daher nicht als Zielgebiete ausgewiesen.

Als Vorrangbereich 1 (hohe Priorität für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit) wurde der Abschnitt der Gera von ihrer Mündung bis in die strukturell gut ausgestatteten Bereiche oberhalb von Ichtershausen festgelegt. Darin eingeschlossen ist der Zufluss der Apfelstädt. Die Erreichbarkeit der Apfelstädt ist im Hinblick auf die Erreichung des guten ökologischen Zustandes dieses Gewässers von essentieller Bedeutung (siehe auch Ergebnisbericht - Apfelstädt). Als Vorrangbereich 2 (mittlere Priorität für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit) wurde der Bereich oberhalb Ichtershausen bis zum Zusammenfluss von Wilder Gera und Zahmer Gera ausgewiesen. In der Wilden Gera gilt Vorrangbereich 2 bis zum Standort WG01 und in der Zahmen Gera bis zum Standort ZG07. Obwohl im Gewässerbereich bei Plaue ein Zielgebiet ausgewiesen wurde, wird dieser Bereich nicht in die höchste Vorrangstufe eingeordnet. Zum einen besitzt das Zielgebiet eine geringe Ausdehnung und ist bereits sehr weit vom Unterlauf entfernt. Des Weiteren gilt hier ein besonderer Fischgewässertyp (Sondertyp Gera Kalt), der aufgrund des Temperaturregimes eine eingeschränkte Zusammensetzung der Fischfauna aufweist. In der fischfaunistischen Referenz sind als Leitarten vor allem Kurzdistanzwanderer enthalten. Somit ist die Herstellung der Durchgängigkeit in dieses Zielgebiet nur

mit einer mittleren Priorität ausgewiesen. Die natürlich eingeschränkte Durchgängigkeit durch Karsteinflüsse in den Unterläufen von Wilder und Zahmer Gera führt hier ebenfalls zu einer nur mittleren Priorität für die Herstellung der Durchgängigkeit (Vorrangbereich 2).

Vorrangbereich Stufe 3 (geringe Priorität für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit) wurde dem Oberlauf der Zahmen Gera in Geraberg sowie der Wilden Gera bis zum Standort WG26 zugewiesen. Noch weiter oberhalb liegende Bereiche sind von untergeordneter Bedeutung für die Durchgängigkeit und werden deshalb keinem Prioritätsbereich mehr zugeordnet. Dies wird vor allem mit der Zusammensetzung der Fischfauna (nur wenige Arten, Kurzstanzwanderer) und dem bereits vorhandenen guten ökologischen Zustand der Fischfauna begründet.

Die Bereiche werden in Abb. 6 veranschaulicht.

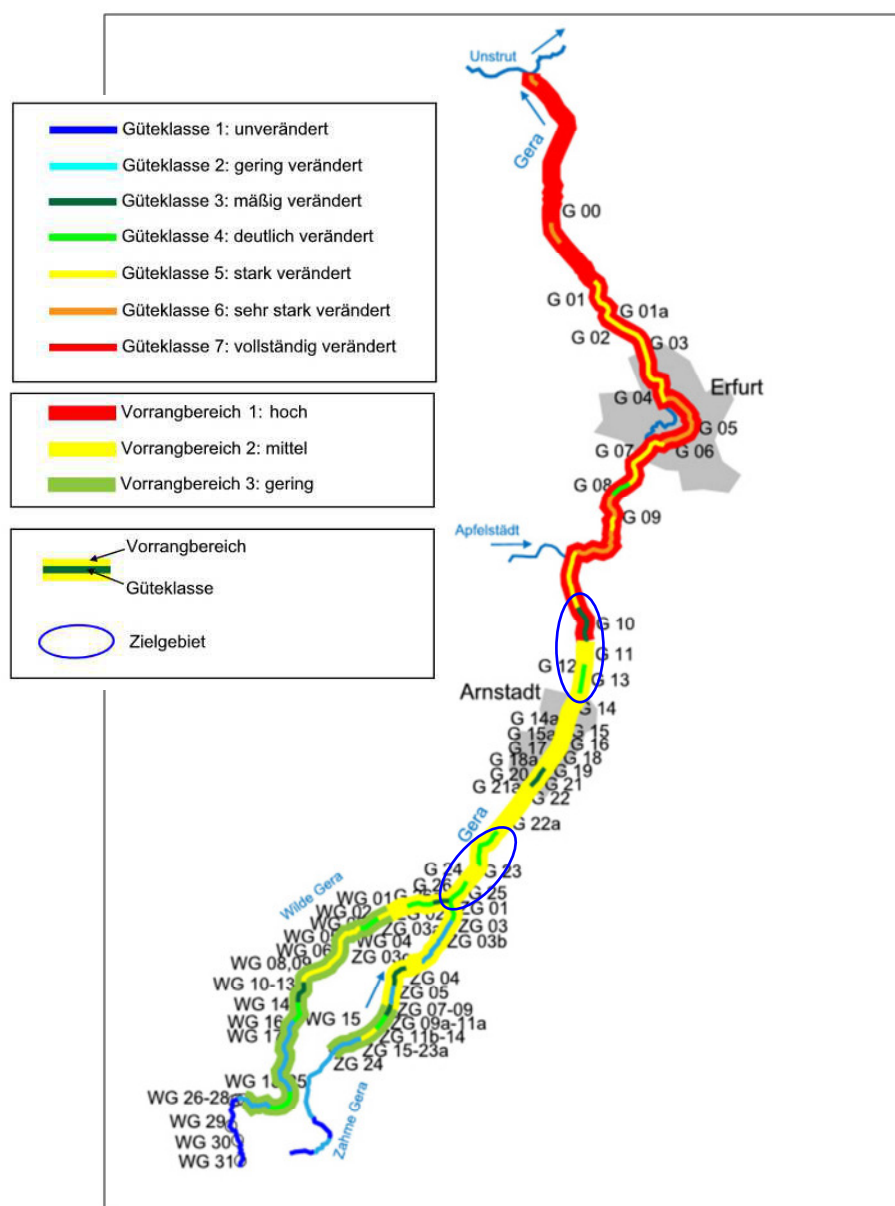


Abb. 6: Vorrangbereiche (Markierung außen) für die Herstellung der Durchgängigkeit sowie Gewässerstruktur (Markierung innen) der Gera

3.4 Ist-Zustand der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit

Im eigentlichen Flusslauf der Gera wurden insgesamt 39 Querbauwerke hinsichtlich ihrer Passierbarkeit für Fische bewertet, davon 35, die sich direkt im Hauptgewässer befinden. Darunter waren auch fünf Standorte, an denen Querbauwerke zurückgebaut wurden. Bei den nicht direkt im Hauptfluss befindlichen Standorten handelt es sich um zwei Wasserkraftanlagen sowie zwei Standorte in der in Arnstadt einmündenden Wilden Weiße, die Teil des dortigen Mühlgrabensystems sind (siehe auch Kap. 4.3.2).

In der Zahmen Gera wurden 33 Querbauwerke bewertet, die sich alle direkt im Hauptfluss befinden. In der Wilden Gera waren es 32 Querbauwerke, darunter eine Wasserkraftanlage im Nebenschluss. Die Ergebnisse der Bewertung finden sich in Anhang 6-G.

Im Ist-Zustand waren 31 Standorte für die Fischfauna komplett undurchgängig. Hinzu kommen vier WKA und ein Wehr im Nebenschluss, die ebenfalls undurchgängig sind. Zwei der nicht passierbaren Standorte (G01a und G02, Wehr Gispersleben + Absturz unterhalb) wurden 2016 bereits zurück- bzw. umgebaut, in der vorliegenden Studie aber noch wie 2015 aufgenommen bewertet. Den Hauptteil der undurchgängigen Bauwerke bilden Wehre, vor allem im Unterlauf der Gera. Aber auch höhere Abstürze und die glatten Rampen in der Zahmen und Wilden Gera fallen in diese Kategorie. Ab dem Wehr Teichmannshof (G03) ist die Gera für Fische, die aus der Unstrut einwandern nicht mehr zugänglich. Die Einwanderung in die Wilde Gera wird ab dem Standort WG01 (Wehr Liebenstein) und in die Zahme Gera ab dem Standort ZG14 (Absturz Waldstraße) versperrt.

Gänzlich passierbar sind immerhin bereits 16 Querbauwerke. Die meisten davon wurden zurückgebaut und sind nicht mehr als Querbauwerk erkennbar. Im Fall G06 gibt es ein Walzenwehr, welches im Normalzustand seit Jahren nach oben gezogen ist und daher das Gewässer nicht beeinflusst.

Andere Standorte sind zumindest für schwimmstarke Fische oder bei höheren Wasserständen passierbar, so z. B. die meisten Raugerinne oder kleineren Abstürze. Fischaufstiegsanlagen existieren lediglich an vier Wehren, wovon nur eine nach den geltenden Regelwerken errichtet wurde und damit durchgängig ist (G01 Wehr Kühnhausen). Die anderen sind teilweise verfallen und funktionslos. In der Zahmen Gera wurden bereits drei Querbauwerke durch fischpassierbare Raugerinne mit Beckenstrukturen ersetzt.

Abb. 7 bis Abb. 9 zeigen die Aufstiegsraten im Ist-Zustand an den einzelnen Querbauwerken.

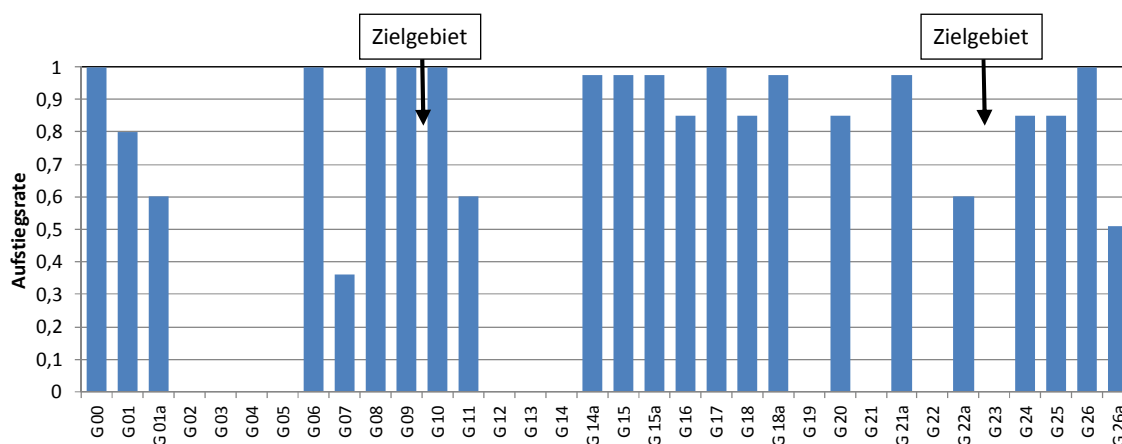


Abb. 7: Aufstiegsraten an der Gera im Ist-Zustand

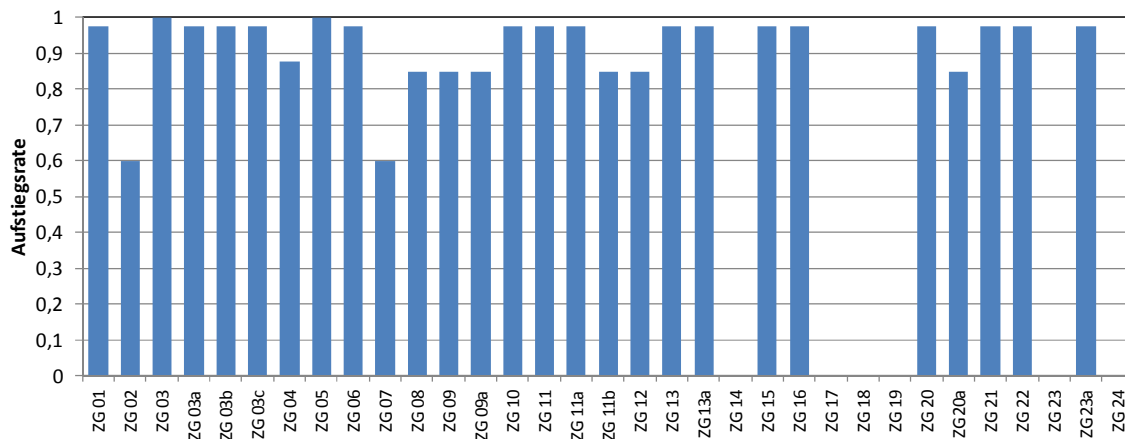


Abb. 8: Aufstiegsraten an der Zahmen Gera im Ist-Zustand

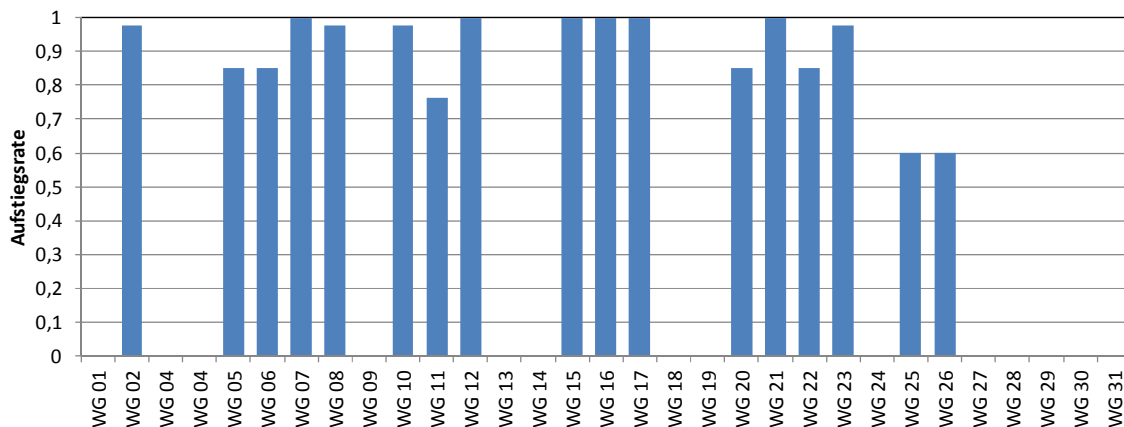


Abb. 9: Aufstiegsraten an der Wilden Gera im Ist-Zustand

Auf die Darstellung von Erreichbarkeitsraten bestimmter Areale wurde im Ist-Zustand verzichtet.

Wie Abb. 10 veranschaulicht, gibt es dennoch bereits im Ist-Zustand größere Bereiche, die zumindest innerhalb dieser Abschnitte durchgängig sind. Dazu zählt der Abschnitt zwischen G07 und G11 mit einer Länge von ca. 13,18 km, der sowohl durchgängig ist als auch streckenweise relativ gute strukturelle Voraussetzungen bietet. Auch der Bereich unterhalb der Stadt Erfurt bis zur Mündung (ab G03 flussab) ist mit einer Länge von 15,8 km nahezu ungehindert durchwanderbar. Allerdings sind die Beeinträchtigungen der Struktur hier besonders gravierend.

Der Unterlauf der Zahmen Gera ist bis zum Standort ZG14 ebenfalls in bestimmtem Maße durchwanderbar. Einschränkungen der Durchgängigkeit sind hier vor allem durch die natürlichen Karstbereiche gegeben. Im Oberlauf dieses Gewässers gibt es oberhalb Arlesberg keine anthropogenen Einschränkungen der Durchgängigkeit mehr.

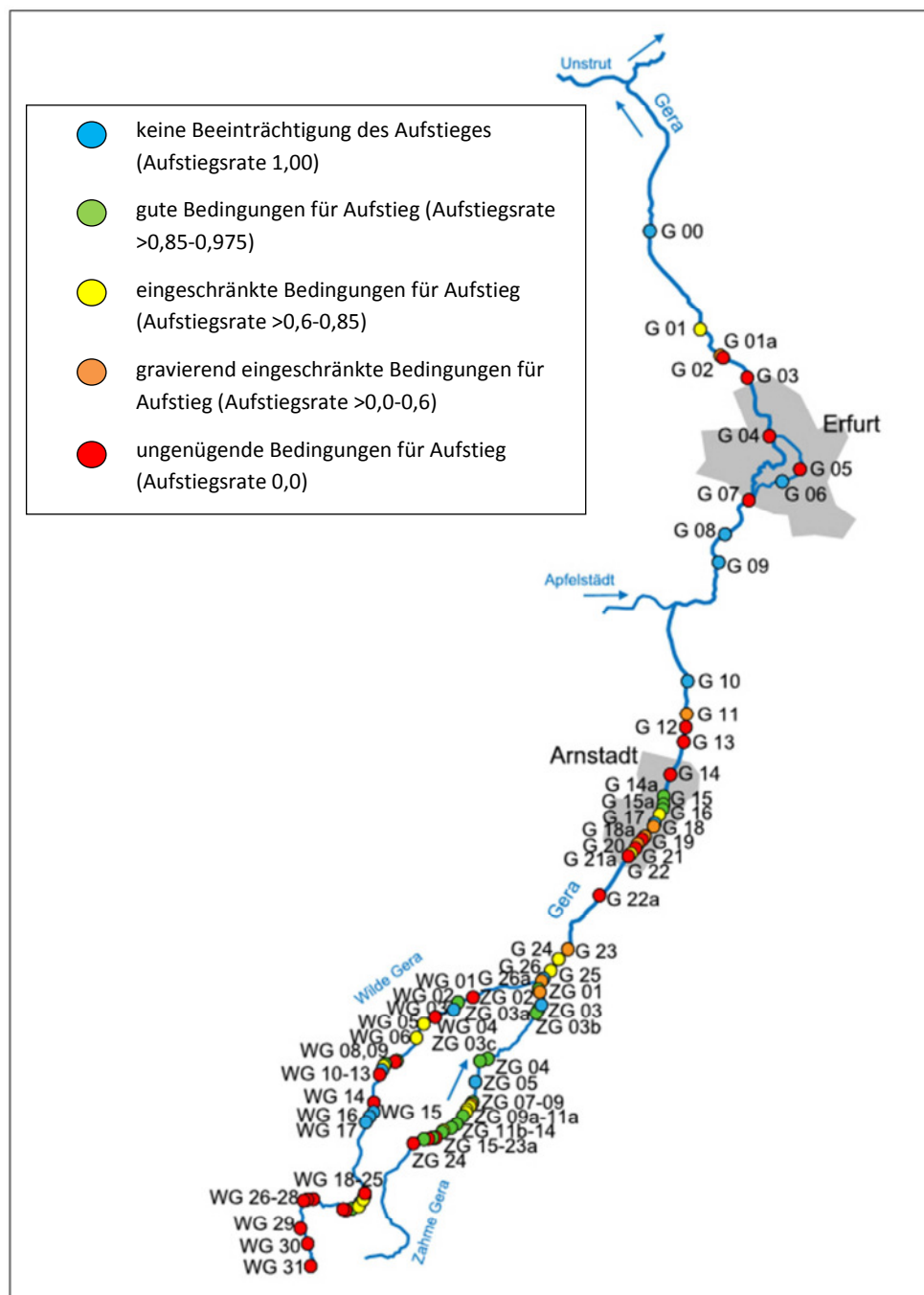


Abb. 10: Aufstiegsraten an der Gera im Ist-Zustand, kartografische Darstellung

3.5 Ist-Zustand der flussabwärts gerichteten Durchgängigkeit

Im Hauptlauf der Gera ist der Fischabstieg bereits überwiegend gut gewährleistet (Abb. 11, Abb. 12). Die untersuchten Wasserkraftstandorte des Systems weisen allerdings verringerte Überlebensraten von 0,521 (G22) bzw. 0,668 (G23) auf. Im Bereich vom Wehr Arnstadt (Fürstenbergwehr) bis zur Mündung der Wilden Weiße einschließlich Mühlgraben (Standort G22) befinden sich neben zwei WKA im Mühlgraben, die kumulative Effekte hervorrufen, auch zwei Querbauwerke im Mutterbett, die eine verringerte Überlebensrate aufweisen. Daher besitzt dieser Gesamtstandort im Ist-Zustand die geringste Überlebensrate. Nicht untersucht wurden die Auswirkungen der Wasserkraftstandorte im

innerstädtischen Gera-System in Erfurt sowie in der Mahlgera. Einige Wehre im Flutgraben sind für den Fischabstieg nur mäßig geeignet, da sie mit unterströmten Schützen ausgestattet sind (z. B. G07 Papierwehr Erfurt) oder das Wasser auf Blocksteine fällt und somit Verletzungen absteigender Fische zu erwarten sind. In der Wilden Gera sind nur leichte Einschränkungen beim Fischabstieg festzustellen (hier wurde auf eine grafische Darstellung verzichtet). Hier gibt es vor allem kleinere Einschränkungen an Abstürzen sowie an der WKA in Liebenstein (WG04), die allerdings derzeit nicht in Betrieb ist.

Die Zahme Gera weist keinerlei Beeinträchtigungen des Fischabstieges auf. Alle Standorte wurden als ungefährlich eingeschätzt. Daher wurde ebenfalls auf eine grafische Darstellung verzichtet.

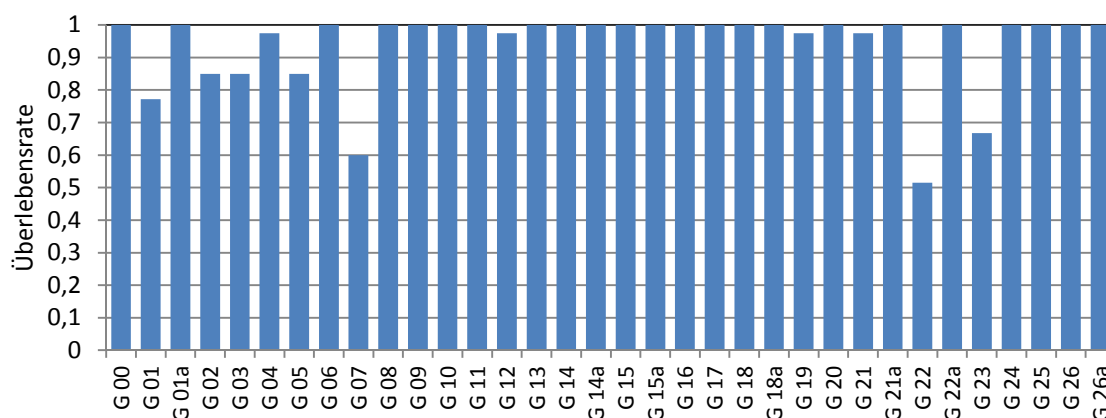


Abb. 11: Überlebensraten beim Fischabstieg an der Gera im Ist-Zustand

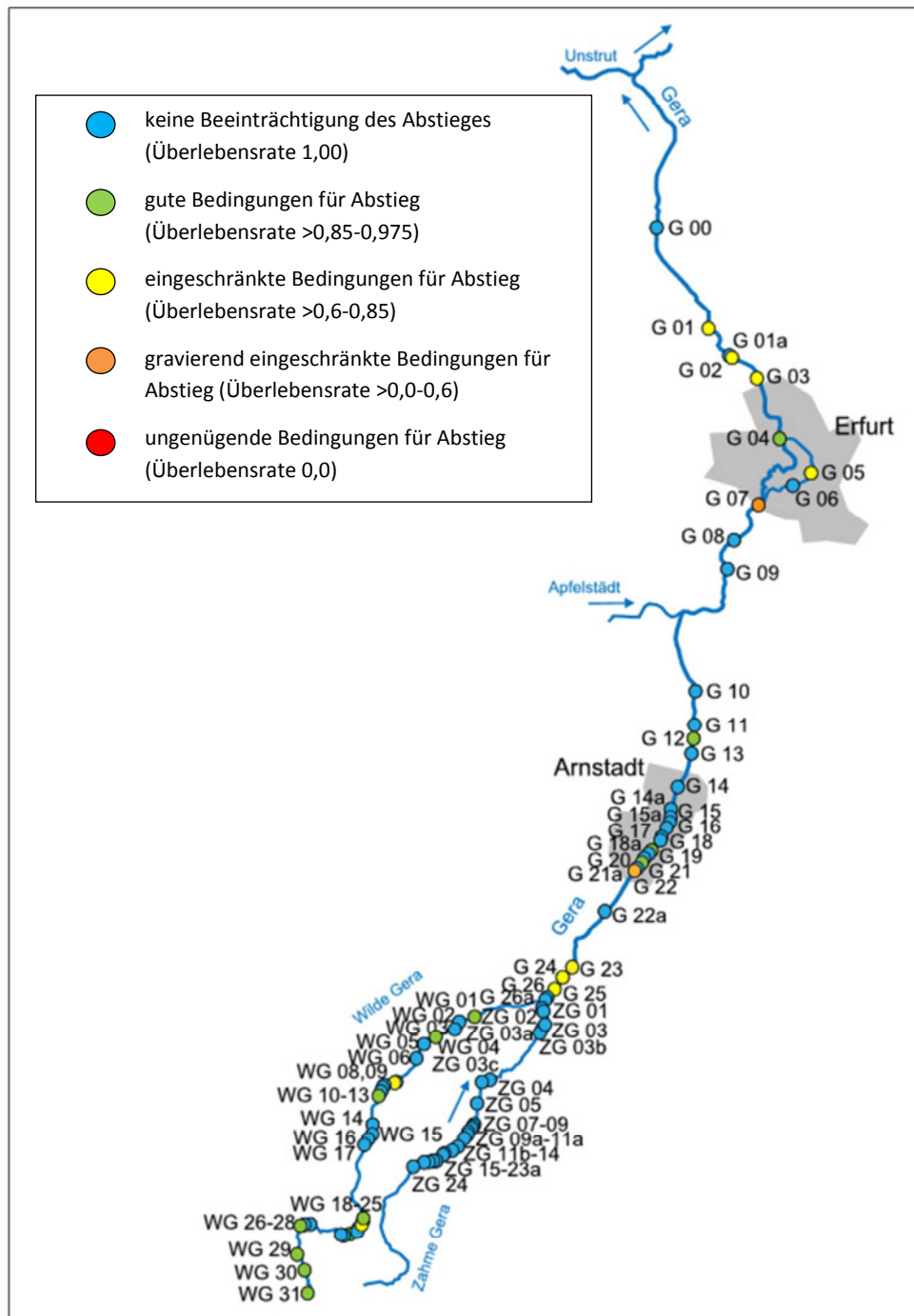


Abb. 12: Überlebensraten beim Fischabstieg an der Gera im Ist-Zustand, kartografische Darstellung

4 Planung und Bewertung von Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit

4.1 Fischaufstieg

4.1.1 Ableitung erforderlicher Maßnahmen

Im Gesamtsystem der Gera sind für insgesamt 60 Querbauwerke konkrete Maßnahmen erforderlich, teilweise mit mehreren gleichwertigen Varianten. Für fünf Standorte im Hauptlauf der Gera waren bereits Vorplanungen oder Planungen vorhanden, die auf Übereinstimmung mit gültigen Regelwerken geprüft wurden. An zwei Standorten (G01a+G02) wurde die Planung in 2016 bereits umgesetzt. Für zu errichtende Fischaufstiegsanlagen oder Raugerinne wurden Dimensionierungsvorschläge erstellt (siehe Anhang 8-G).

Alle erforderlichen Maßnahmen wurden sowohl in den Steckbriefen (Anhang 4-G) als auch in Übersichtszeichnungen (Anhang 9-G) dargestellt. Abb. 13 zeigt die Übersicht für alle betrachteten Gewässer.

An 44 Standorten sind keine Maßnahmen notwendig, da die Durchgängigkeit bereits als ausreichend erachtet wurde oder das Querbauwerk bereits umgebaut war. 25 Querbauwerke sollen gänzlich zurückgebaut werden und somit die Durchgängigkeit in optimalem Maße wiederhergestellt werden. Bei einigen bereits vorhandenen Raugerinnen oder kleinen Abstürzen sind Anpassungen, z. B. in Form einer Anrampung notwendig, um den Aufstieg zu verbessern. Dies betrifft 13 Standorte. An Querbauwerken, bei denen aus diversen Gründen nicht auf den Aufstau verzichtet werden kann, wurde meist die Anlage eines Raugerinnes vorgeschlagen. Hier ist in den meisten Fällen der Einbau von Beckenstrukturen in einem Teil oder im gesamten Querschnitt notwendig, um auch in Niedrigwassersituationen ausreichende Wassertiefen zu gewährleisten. Diese Maßnahme wird häufig für den Hauptfluss der Gera vorgeschlagen. Fischaufstiegsanlagen in Form von Schlitzpässen oder Umgehungsgerinnen wurden in sechs Fällen, davon fünfmal in der Gera vorgeschlagen. An zwei WKA-Standorten sind Einschwimmsperren notwendig, um die Fische am Einschwimmen in den Mühlgraben zu hindern.

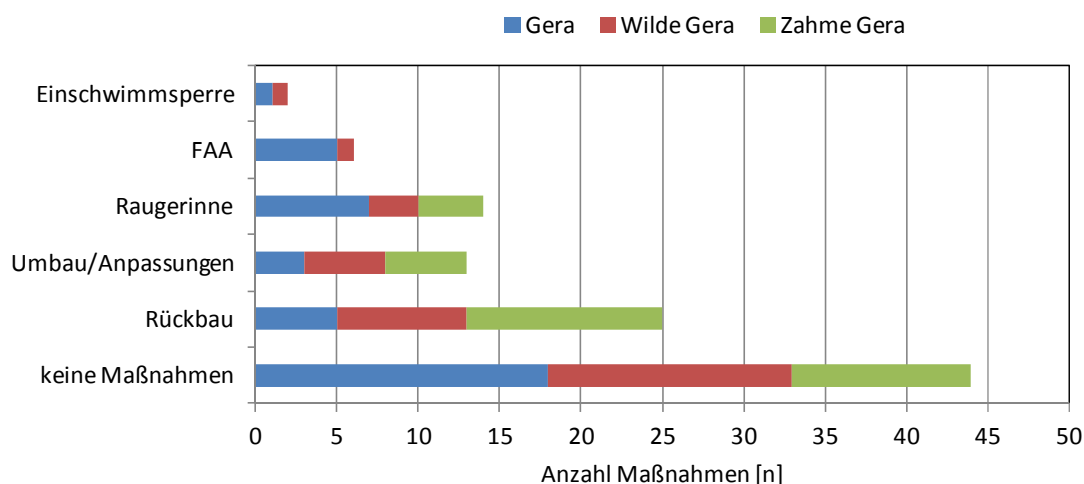


Abb. 13: Erforderliche Maßnahmen zum Fischaufstieg in der Gera

4.1.2 Festlegung von Abflüssen für Fischaufstiegsanlagen und Mindestwasserstrecken

Die Festlegung von Abflüssen für geplante Fischaufstiegsanlagen war in erster Linie bei Anlagen nötig, die nicht den gesamten Durchfluss nutzen, also an „klassischen“ Fischaufstiegsanlagen. Hier wurde zudem geprüft, ob die Dotation ausreichend war, um eine Orientierung der Fische bei konkurrierenden Strömungen zu ermöglichen. Da fischpassierbare Anlagen in einem Bereich zwischen Q_{30} und Q_{330} passierbar sein sollten, wurden bei gewässerbreiten Raugerinnen als minimale Dotation für die Anlage die Abflusswerte für Q_{30} angenommen. Allerdings ist dieser hydrologische Wert in der Wilden Gera und in der Zahmen Gera so gering, dass die für einen erfolgreichen Fischaufstieg aller Arten und Größen erforderliche Dotation nicht erreicht wird. Um einen ausreichenden Wasserstand halten zu können, mussten deshalb die Öffnungsbreiten der Durchlässe geringer gewählt werden. Anderenfalls sind geringere Wasserstände in den Beckenstrukturen hinzunehmen. Hier sind im Einzelfall Abwägungen zwischen Funktionszeitraum und Einhaltung von Grenz- bzw. Bemessungswerten nötig. In Anhang 13 sind die festgelegten Werte der FAA dargestellt. Die Festlegung der Abflüsse ist vor allem für die ökologische Mindererzeugung von WKA wichtig, daher wurden nur die Standorte G22 (2 WKA am Wehr Arnstadt (Fürstenbergwehr)) und G23 (WKA am Wehr Dosdorf) tabellarisch berücksichtigt. Bei allen anderen Standorten kann jeweils das gesamte Wasserangebot der Gera genutzt werden. Der sich aus den Dimensionen der FAA ergebende Abfluss war an allen untersuchten Querbauwerken ausreichend, um eine auffindbare Leitströmung zu erzeugen (2 - 5 % des konkurrierenden Abflusses). Die Ergebnisse sind aus Anhang 13-G ersichtlich.

Für die Ermittlung des Mindestwasserabflusses an den zwölf Standorten, an denen aktuell eine Ausleitung stattfindet, wurde als erstes geprüft, ob behördlich bereits eine Mindestwassermenge festgesetzt wurde (

Tab. 4). Dies war an drei Standorten der Fall. In vier weiteren Fällen an der Zahmen und der Wilden Gera ist die Ausleitung so gering, dass eine Festsetzung nicht notwendig ist. Weiterhin wurde geprüft, ob bei Vorhandensein oder Planung einer Fischaufstiegsanlage am Wehr die Mindestwassermenge durch den Abfluss der Fischaufstiegsanlage bereits gewährleistet wird. Die am Standort G01 (Wehr Kühnhausen) existierende FAA führt bereits den erforderlichen Mindestwasserabfluss in das Mutterbett ab. An den Standorten G22 (Fürstenbergwehr Arnstadt) und G23 (Dosdorf) führt die geplante FAA nicht den gesamten Mindestwasserabfluss ab. Hier kann entweder die Dimensionierung der FAA angepasst werden oder eine entsprechende Wassermenge zusätzlich abgegeben werden. Am Standort G23 ist die behördlich festgesetzte Mindestwassermenge geringer als nach der Faustformel ermittelt. Am Standort G07 ist die Situation komplizierter, da das hier aufgeteilte Wasser sowohl das innerstädtische Gera-System in Erfurt als auch den Flutgraben mit ausreichend Wasser versorgen muss. Der Flutgraben soll in dieser Studie als Hauptwanderweg betrachtet werden. Es wird aber davon ausgegangen, dass die Innenstadtgewässer ebenfalls durchgängig gestaltet werden und somit einen bestimmten Wasserbedarf haben.

Auch das System der Mahlgera benötigt neben der Dotation für die dort ansässigen WKA eine ausreichende Wassermenge, da es sich hier um einen eigenständigen Gewässerlebensraum handelt. Das hierzu benötigte Wasser wird am Wehr G01 abgeführt. Da jedoch ein Großteil des Wassers in der Gera verbleibt, gibt es keine gravierenden Beeinträchtigungen.

Am Standort WG04 (Wehr Mühle Liebenstein) ist nicht bekannt, ob und welche Mindestwassermenge im Altrecht aufgeführt ist. Derzeit wird die Ausleitung nur gering genutzt, da die Turbine stillsteht. Es ist unklar, ob die Nutzung wiederaufgenommen wird.

Tab. 4: Notwendige Mindestwassermengen an Ausleitungsstrecken in der Gera

Nr.	Bezeichnung	MQ [m³/s]	0,2 x MQ	Q _{min} Behörde [m³/s]	Q _{min} für weitere Be- rechnungen	Q _{min} durch FAA-PLAN abgedeckt?	Bemerkungen
G01	Wehr Kühnhausen	6,321	1,26	1,5	1,5	ja	ausreichende Mindestwasserabgabe, Ausleitung in Mahlgera
G03	Wehr Teichmannshof	6,249	1,25	nicht festgelegt	1,25		ca. 1 m³/s ausgeleitet, Zweck unklar, MW behördlich festsetzen!
G07	Papierwehr Erfurt	5,905	1,18	nicht festgelegt	1,18		Aufteilung in Bergstrom und Flutgraben, beide Arme benötigen ausreichend Q, Aufteilung prüfen!
G22	Wehr Arnstadt (Fürstenbergwehr)	2,381	0,48	0,4 (bis 0,6)	0,48	nein	Anpassung Mindestwasser behördlich prüfen, spezielle Situation beachten (siehe Kap. 4.3.2)
G23	Schützenwehr Dösdorf	2,057	0,41	0,15	0,41	Nein	Mindestwasserabgabe durch geeignete Maßnahme erhöhen, behördliche Festsetzung prüfen
ZG04	Ehem. Wehr Angelroda	0,68	0,14	0,13			nur geringfügige Ausleitung, keine Mindestwasser-festlegung notwendig
ZG24	Mühlenwehr Arlesberg	0,363	0,07	nicht festgelegt	0,07		Nutzungsregime anpassen, dann keine Festlegung notwendig
WG 04	Wehr Mühle Liebenstein (Bäckerei)	0,949	0,19	nicht festgelegt (keine Angaben vorhanden)	0,19	ja	Q _{min} nicht bekannt, altes Wasserrecht vorhanden
WG 09	Wehr Alte Lache Gräfenroda	0,82	0,16	nicht festgelegt	0,16		nur geringfügige Ausleitung, keine Mindestwasser-festlegung notwendig
WG 11	ehem. Wehr Gräfenroda Herrenmühle	0,79	0,16	nicht festgelegt	0,16		nur geringfügige Ausleitung, keine Mindestwasser-festlegung notwendig
WG 14	Wehr Dörrberger Hammer (Sägewerk)	0,515	0,10	nicht festgelegt	0,10		keine Festlegung notwendig, Ausleitung vermutlich dauerhaft eingestellt
WG 19	Wehr Gerastollen	0,429	0,09	nicht festgelegt (keine Angaben vorhanden)	0,04		Keine behördliche Festlegung bekannt, Klärungsbedarf

4.1.3 Priorisierung der Maßnahmen

Insgesamt 63 Standorten wurde eine der drei standörtlichen Prioritätsstufen zugewiesen. Die genauen Daten finden sich in Anhang 20-G.

Für insgesamt 35 Standorte war die Zuweisung einer Prioritätsstufe nicht notwendig (Abb. 14). Dabei handelte es sich um Bauwerke, die bereits fischdurchgängig sind oder um Standorte im Oberlauf der Wilden Gera, die kaum noch für Fische nutzbares Habitat erschließen. Ausschließlich Maßnahmen im

Hauptlauf der Gera bekamen eine hohe standörtliche Priorität für die Umsetzung der Maßnahmen (Priorität 1) zugewiesen. Dabei handelt es sich überwiegend um Standorte im Unterlauf. Auch eine mittlere standörtliche Priorität (Priorität 2) wurde vorwiegend für Maßnahmen in der Gera, für wenige ausgewählte Standorte auch in der Wilden Gera und Zahmen Gera festgelegt. Maßnahmen mit der standörtlichen Priorität 3 finden sich vor allem in den beiden Zuflüssen. Meist handelt es sich um Bauwerke, die bereits eine bestimmte Durchgängigkeit besitzen und optimiert werden sollten.

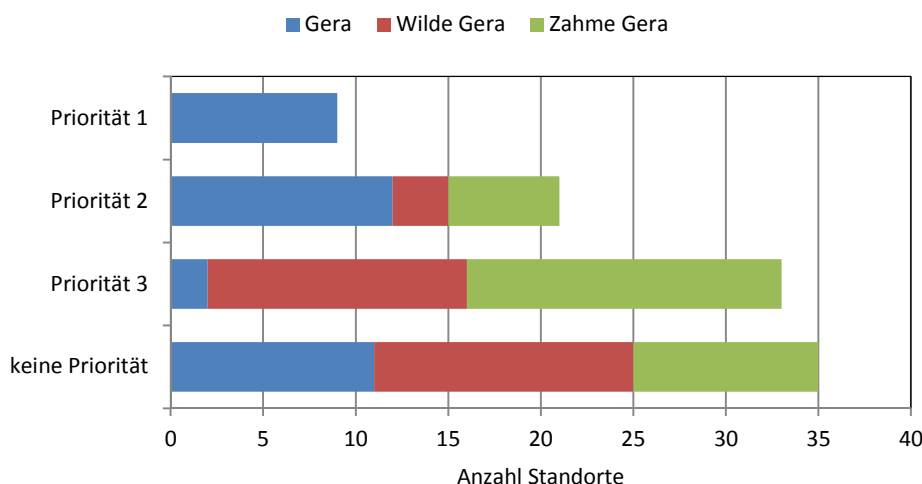


Abb. 14: Priorisierung der Maßnahmen an der Gera

4.1.4 Kostenschätzung für die Maßnahmen zum Fischaufstieg

Die Gesamtkosten für die Herstellung der stromauf gerichteten Durchgängigkeit an der Gera (inkl. Wilde Gera und Zahme Gera) werden auf minimal ca. 5,08 Mio € und maximal auf 17,6 Mio € geschätzt. Die genauen Zahlen sind in Anhang 15-G aufgeführt. Die starke Differenz zwischen diesen beiden Angaben geht vor allem auf die Kostenschätzungen für Raugerinne für einige Standorte im Unterlauf der Gera zurück. Je nach Kostenansatz (siehe Erläuterungsbericht – Methoden, Kap. 4) oder Planungsvariante werden hier Millionenbeträge oder sechsstelligen Beträge veranschlagt. Die Kosten sind im Rahmen der Detailplanung zu konkretisieren.

Bei Betrachtung der Kosten für die einzelnen Maßnahmen (Abb. 15 bis Abb. 17) wird deutlich, dass die höchsten Kosten bei Baumaßnahmen im Unterlauf der Gera verursacht werden (v.a. G03 und G04). Insgesamt sind es in der Gera maximal etwa 16,7 Mio € und minimal ca. 4,5 Mio €. Für große und lange Raugerinne mit beckenartigen Strukturen ergeben sich aus dem Berechnungsansatz nach TLUG (2011) sehr hohe Kosten. Der alternative Ansatz liegt deutlich darunter.

Der Bau von kleineren Raugerinnen sowie Anpassungen oder Rückbau sind demgegenüber deutlich kostengünstiger. Auch an den Zuflüssen Wilde Gera und Zahme Gera liegen die Kosten mit maximal sechsstelligen Beträgen deutlich niedriger. An der Zahmen Gera werden Kosten von maximal ca. 550.000 € und minimal 376.000 € erwartet. An der Wilden Gera werden maximal etwa 364.000 € sowie minimal 257.000 € veranschlagt.

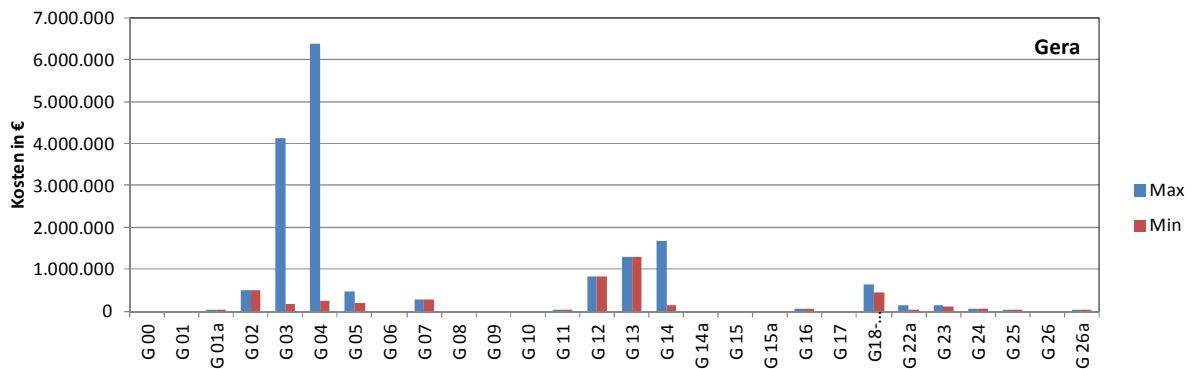


Abb. 15: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Gera (Hauptfluss)

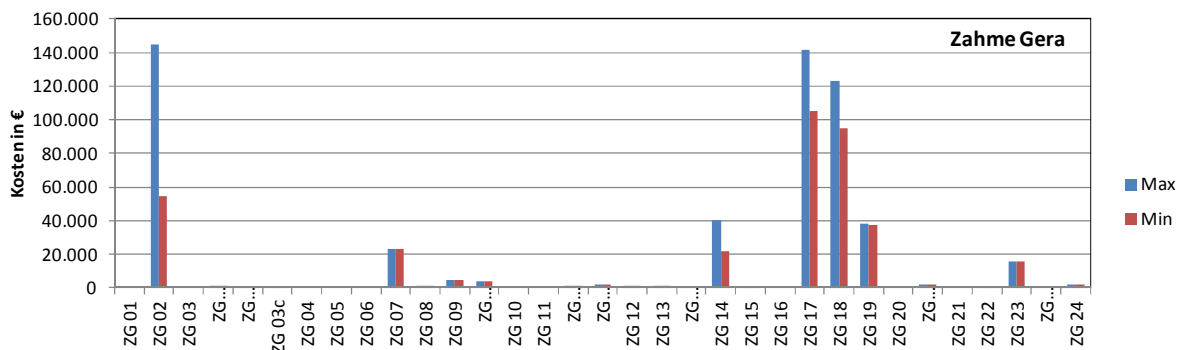


Abb. 16: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Zahmen Gera

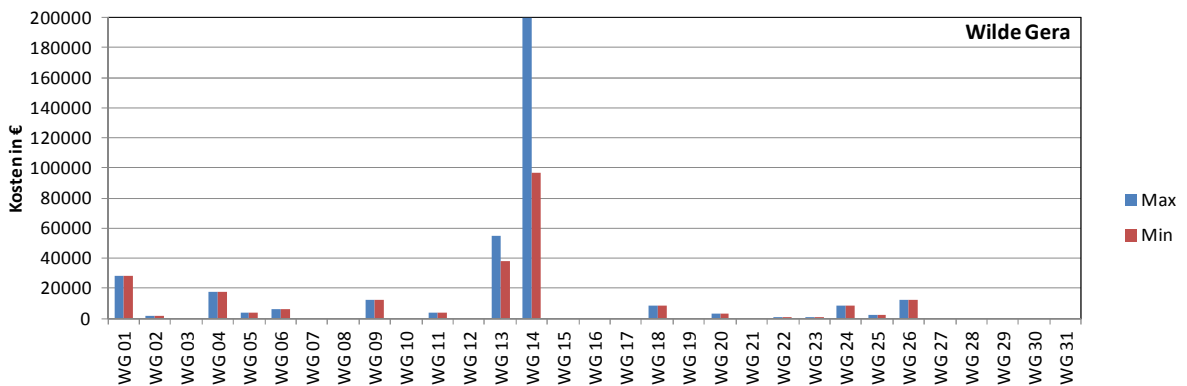


Abb. 17: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Wilden Gera

Maßnahmen, die der standörtlichen Prioritätsstufe 1 zugeordnet wurden (ausschließlich im Hauptlauf der Gera), verursachen die höchsten Kosten (Max. 13,9 Mio €, Min. 3,6 Mio €). Kosten für Maßnahmen der standörtlichen Prioritätsstufe 2 verursachen insgesamt maximal etwa 3,3 Mio € (minimal 1,2 Mio €) und für die standörtliche Prioritätsstufe 3 maximal ca. 443.000 € (minimal 323.000 €). Die Verteilung der Kosten nach Prioritäten auf die einzelnen Gewässer des Untersuchungsgebietes zeigen die Abb. 18 bis Abb. 20.

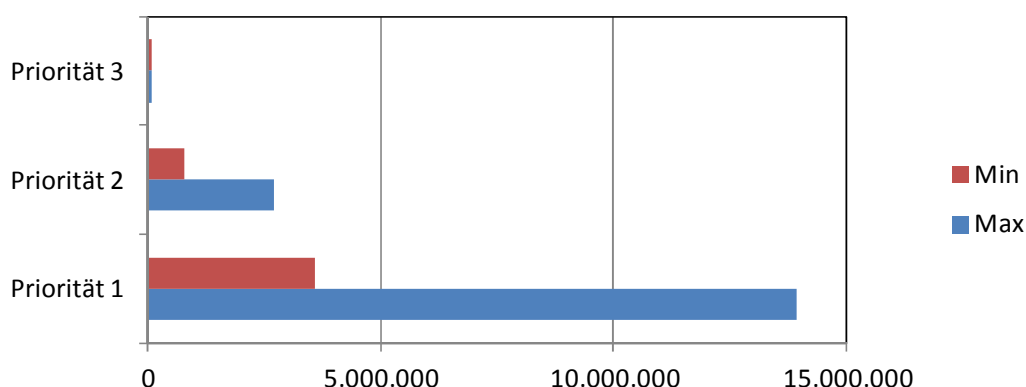


Abb. 18: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Gera (Hauptlauf, getrennt nach Prioritätsstufen)

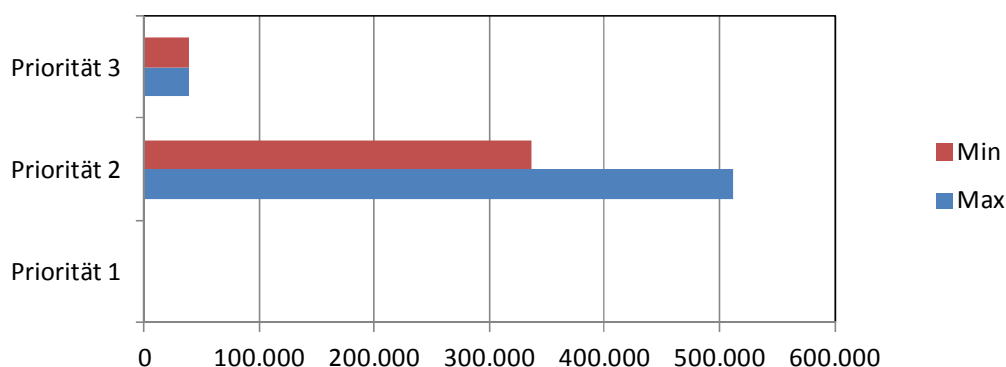


Abb. 19: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Zahmen Gera (getrennt nach Prioritätsstufen)

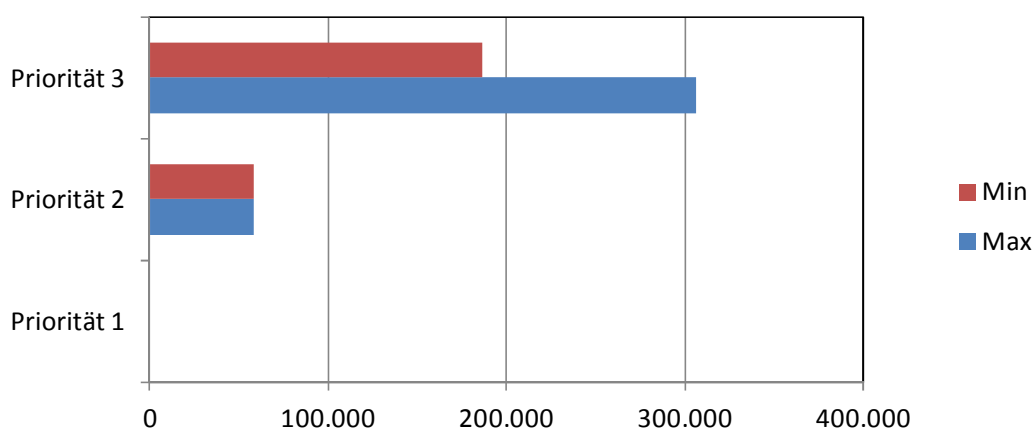


Abb. 20: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Wilden Gera (getrennt nach Prioritätsstufen)

4.1.5 Bewertung des Plan-Zustandes

Mit der Umsetzung aller geplanten Maßnahmen und bei Ansetzen der optimalen Varianten ist die Durchgängigkeit im gesamten Flusslauf von der Mündung bis nach Plaue gegeben. Auch der weitere

Aufstieg in die Zuflüsse ist möglich. Die Zahme Gera ist bei Umsetzung aller Maßnahmen komplett durchwanderbar. In der Wilden Gera kann die Durchgängigkeit fast bis zur Quellregion wiederhergestellt werden. Details sind in Anhang 11-G enthalten. In Abb. 21 sind die Aufstiegsraten der einzelnen Standorte im Plan-Zustand, die standörtliche Priorität für die Umsetzung der Maßnahmen sowie die Erreichbarkeitsraten für den Hauptlauf dargestellt. Auf die grafische Darstellung für die Wilde Gera und die Zahme Gera wurde verzichtet. Berechnet man die kumulierte Erreichbarkeitsrate für das Zielgebiet der Gera zwischen Apfelstädtmündung und G14, ist kalkulierbar, dass 74 % aller Fische, die aus der Unstrut kommend in die Gera einschwimmen, dieses Gebiet erreichen könnten. Um diese Erreichbarkeitsraten zu gewährleisten, müssen auch die hier nicht betrachteten Standorte sowohl in der Mahlgera als auch im innerstädtischen Gera-System von Erfurt durchgängig gestaltet werden. Im weiteren Verlauf ist der Bereich von der Mündung der Wilden Weiße bis zum Wehr Arnstadt (Fürstenbergwehr, G22) einschließlich Mühlgraben für die Durchgängigkeit limitierend. Eine optimale Lösung zu finden, ist hier sehr schwierig (s. Kap. 4.3.2). Bei Zugrundelegung der maximal erreichbaren Aufstiegsrate für diesen Standort könnten 36 % der Fische, die an der Mündung der Gera den Aufstieg begonnen hatten, den Zusammenfluss von Wilder und Zahmer Gera in Plauze erreichen. Der weitere Aufstieg in die Zuflüsse ist ebenfalls möglich. Limitierend ist hier zumindest zeitweise der karstgeprägte Bereich im Unterlauf beider Gewässer. Für Fische, die sich oberhalb von Arnstadt aufhalten und weiter aufsteigen möchten, bieten sich im Plan-Zustand gute Bedingungen für den Aufstieg in die Zuflüsse.

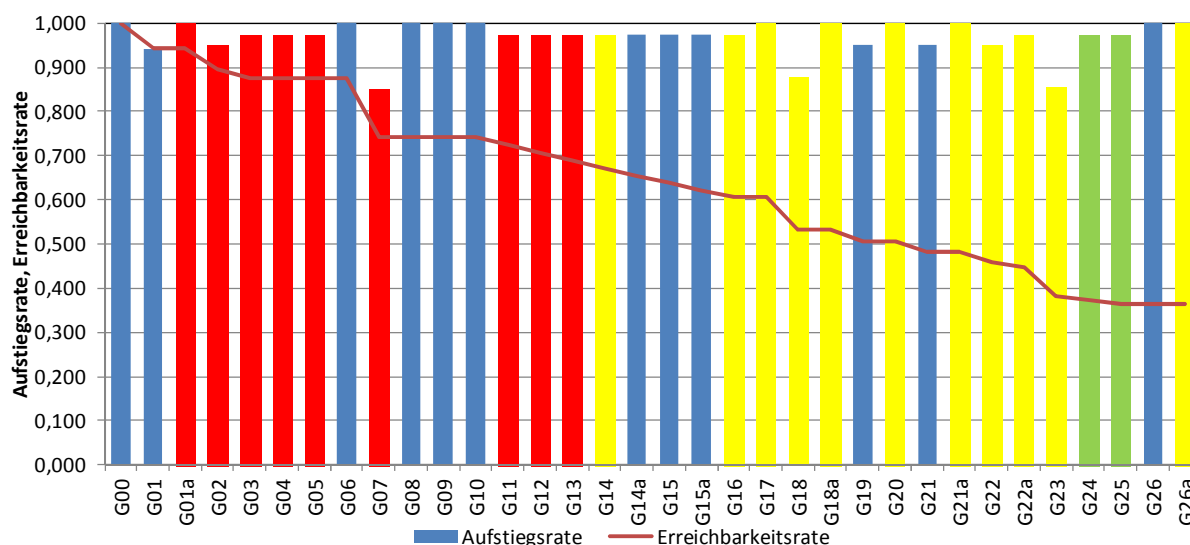


Abb. 21: Aufstiegsraten und Erreichbarkeitsraten für den Fischeaufstieg im Planzustand im Hauptlauf der Gera. Die Farben der einzelnen Balken verdeutlichen die Priorität der Maßnahme (rot: Priorität 1, gelb: Priorität 2, grün: Priorität 3, blau: keine Priorität/bereits durchgängig) Erreichbarkeitsrate für das Gera-System in Erfurt und Arnstadt vereinfacht dargestellt (Arnstadt: Darstellung Var. 2 mit Wiederherstellung der Durchgängigkeit im Mutterbett, siehe Kap. 4.3.2)

Die kartografische Darstellung verdeutlicht die Aufstiegsraten der einzelnen Standorte im Plan-Zustand (Abb. 22). Die Durchgängigkeitssituation im Bereich der Stadt Arnstadt wird ausführlich in Kapitel 4.3.2 erläutert.

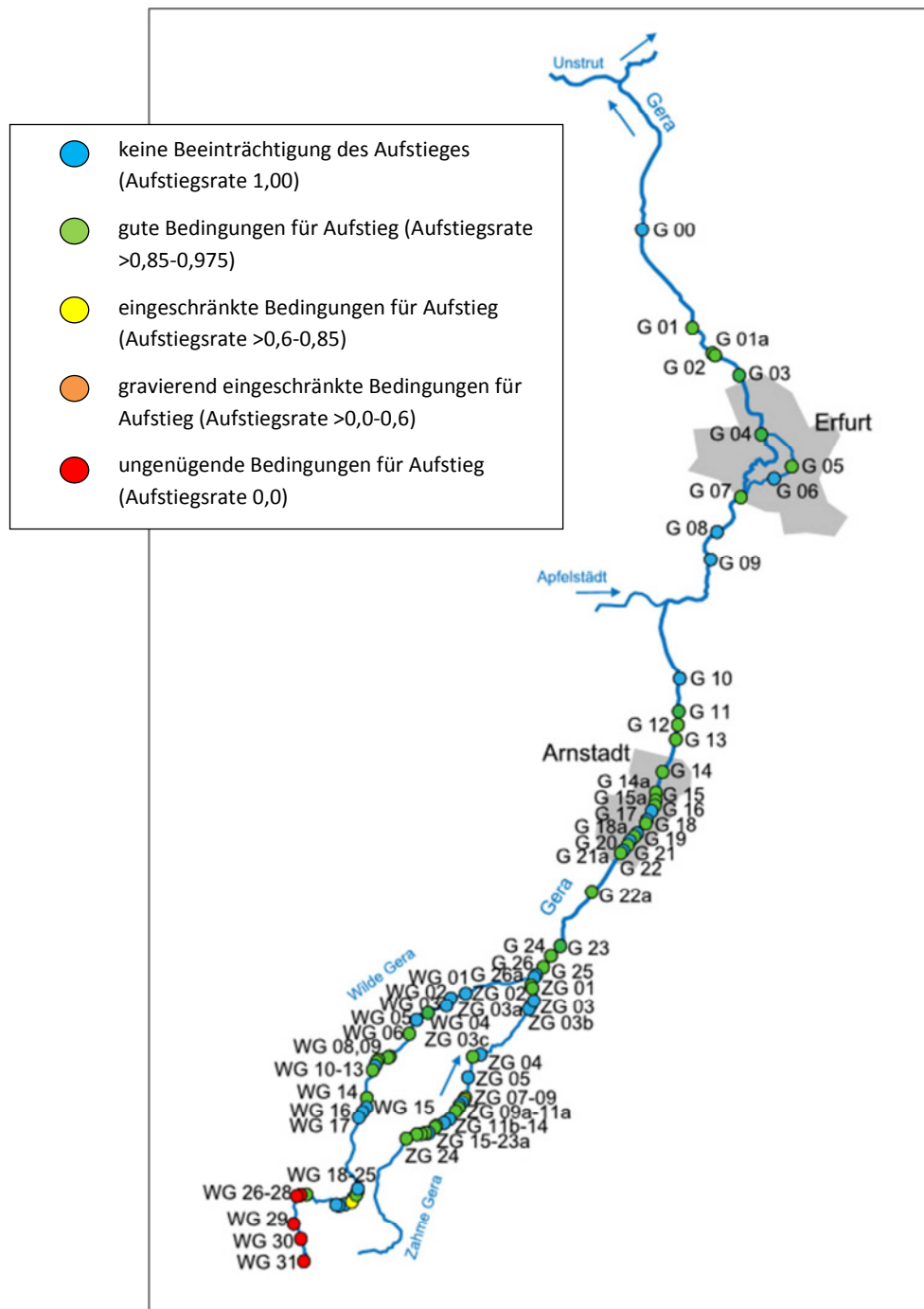


Abb. 22: Aufstiegsraten an der Gera im Plan-Zustand, kartografische Darstellung

4.2 Fischabstieg

4.2.1 Ableitung erforderlicher Maßnahmen

An den meisten Standorten, an denen der Abstieg z. B. durch einen Absturz oder ein ungeeignetes Wehr beeinträchtigt erschien, wird mit der Herstellung der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit auch der Fischabstieg in vollem Maße wiederhergestellt. Lediglich an den Standorten mit Wasserkraftnutzung sind technische Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen geplant. Dies betrifft in der Gera die beiden Wasserkraftanlagen in Arnstadt (G22) und die WKA in Dosdorf (G23). Die WKA in der Wilden Gera (WG04) ist derzeit außer Betrieb und es ist unklar, ob die Nutzung wieder aufgenommen wird. Dennoch wurden auch hier Maßnahmen benannt. Die beiden WKA-Standorte in der Mahlgera, sowie ein WKA-Standort in der Innenstadt von Erfurt wurden nicht genauer betrachtet. Für die Bewertung des Planzustandes wurde hier eine optimale flussabwärts gerichtete Durchgängigkeit angenommen.

Da bisher an keiner Wasserkraftanlage Abstiegseinrichtungen vorhanden sind, war immer eine Neubetrachtung notwendig. Der Fischschutz ist durch die vorhandenen Feinrechen (20 mm Stabweite) nicht ausreichend. An WKA mit konventionellen Turbinen sind nach TLUG (2011) 10 mm Schutzrechen notwendig. Die Einhaltung der zulässigen Anströmgeschwindigkeiten ist an den betroffenen Standorten ohne Veränderung der Rechenfläche möglich. Nur in Dosdorf (G23), wo bereits ein 12 mm Rechen installiert ist, soll am Rechen keine Veränderung vorgenommen werden. Die Ableitung der Fische erfolgt über Bypassrinnen, die direkt am Rechen beginnen und Fische in das Unterwasser bringen. Es ist keine Trennung zwischen bodennah und oberflächennah wandernden Fischen vorgesehen, da die Wassertiefen vor den Rechen in allen Fällen sehr gering sind.

Die einzelnen Maßnahmen sind den Steckbriefen in Anhang 4-G, den Zeichnungen in Anhang 10 sowie der Gesamtbewertung in Anhang 12-G zu entnehmen.

4.2.2 Festlegen von Abflüssen für Fischabstiegsanlagen

Die für die Ableitung von Fischen über Fischabstiegswege erforderliche Wassermenge wurde nur für die Wasserkraftstandorte kalkuliert. Hier hat die zusätzliche Abgabe von Wasser einen direkten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. Die Standorte G22 und G23 liegen beide in der Äschenregion. Es sind für die Abwanderung jeweils 100 l/s abzugeben. Bei Standort WG04 wurde eine erforderliche Abgabemenge von 50 l/s ermittelt. Bei allen Anlagen ist die Auffindbarkeit durch diese Wassermengen gegeben. Die Details sind Anhang 14 zu entnehmen.

4.2.3 Kostenschätzung für die Maßnahmen

Kosten für Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen entstehen nur an den Wasserkraftanlagenstandorten. Bei allen Anlagen handelt es sich um eine einfache Nachrüstung des bestehenden Rechens und die Anlage eines Bypasses. Insgesamt werden für alle Standorte zusammen Maximalkosten von etwa 188.800 € und Minimalkosten von ca. 121.200 € angesetzt. Bis auf den Standort G23 waren die Kosten bei Anwendung des Berechnungsansatzes nach dem „Baukastenprinzip“ (siehe Erläuterungsbericht - Methoden, Kap. 4.2) höher.

Die detaillierten Informationen sind in Anhang 16-G enthalten.

Die Maßnahmen zum Fischabstieg sind unabhängig von der Lage des Standortes umzusetzen, deshalb erfolgte keine Priorisierung.

4.2.4 Bewertung des Plan-Zustandes

Bei Querbauwerken ohne Nutzung werden bestehende Beeinträchtigungen des Fischabstiegs (Mortalität bei Passage des Bauwerks) mit Umsetzung der Maßnahmen zum Fischaufstieg mit beseitigt (Abb. 23). An den Wasserkraftanlagenstandorten und am Papierwehr in Erfurt (G07) sind mit den benannten Maßnahmen Überlebensraten von 68,9 % bis 93,6 % erreichbar.

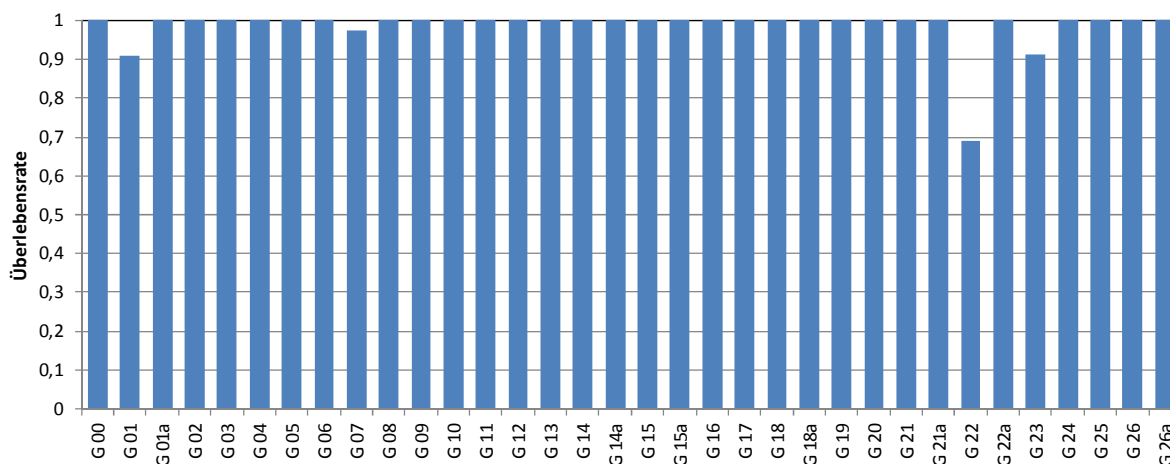


Abb. 23: Überlebensraten beim Fischabstieg an der Gera (Hauptlauf) im Plan-Zustand

4.3 Detailergebnisse

Die Gera ist ein häufig von Ausleitungen geprägtes Gewässer. Vielfach sind die abgehenden Grabensysteme sehr lang und münden erst nach mehreren Kilometern wieder in den Hauptlauf des Flusses. Oft werden in die Grabensysteme auch natürliche Nebengewässer aufgenommen und so der Gera zugeleitet. An einer Stelle erfolgt eine Ausleitung, die der Gera nicht wieder zugeführt wird und an anderer Stelle in die Unstrut mündet (Schmale Gera). Die Grabensysteme sind oft schon sehr alt und besitzen teilweise naturnahe Ausprägung (z. B. Mahlgera, Schmale Gera). Die Bilanzierung der Aufstiegsraten für derartig aufgezwigte Standorte gestaltete sich im Rahmen der Studie oft sehr kompliziert. In den Steckbriefen für die einzelnen Standorte konnten die Verhältnisse oft nicht umfänglich dargestellt werden. Daher sollen an dieser Stelle die beiden umfangreichsten Standorte Erfurt und Arnstadt genauer beschrieben werden.

4.3.1 Durchgängigkeit im Bereich der Stadt Erfurt

Im Stadtgebiet Erfurt verzweigt sich die Gera mehrfach. Am Papierwehr (G07) beginnt die Hauptaufspaltung in Flutgraben und innerstädtisches Gera-System. Die Querbauwerke des Flutgrabens waren Bestandteil der Studie und wurden genauer untersucht. Jedoch befinden sich im Erfurter Innenstadt-System ebenfalls mehrere Wanderhindernisse. Da aufsteigende Fische ausgehend vom Zusammenfluss in beide Systeme (Flutgraben, Innenstadt) einwandern können, musste auch eine überschlägliche Bilanzierung für die Erfurter Innenstadtgewässer erfolgen.

Das verzweigte Grabensystem, welches aus dem ursprünglichen Geraverlauf entwickelt wurde, ist bereits sehr alt und auf mittelalterliche Bautätigkeit zurückzuführen. Viele der Grabensysteme wurden bereits wieder verfüllt. Die Kanäle wurden vor allem zum Betrieb von Mühlen verschiedener Arbeitszwecke verwendet. Bis zu 50 Mühlen soll es im Stadtgebiet gegeben haben (www.stadtmuseum-erfurt.de, besucht am 09.12.2016). Mithilfe eines Schleusen- und Wehrsystems konnte die Wasserzuführung gesteuert werden.

Der Flutgraben fließt in einem östlichen Bogen durch die Stadt. Im 19. Jahrhundert wurde der Flutgraben aus dem bestehenden Festungsgraben ausgebaut und seither als Hochwasserabführung benutzt.

Der verbleibende eigentliche Flusslauf der Gera wird nunmehr als Bergstrom bezeichnet, in dessen Verlauf sich der Walkstrom abspaltet und später wieder zurückgeführt wird. Im weiteren Verlauf wird das Gewässer als Gera bzw. Breitstrom bezeichnet. Von diesem wird im weiteren Verlauf die Schmale Gera abgeführt, die den Flutgraben unterquert und nicht wieder in die Gera zurückfließt, sondern in die Gramme, die anschließend in die Unstrut mündet. Die Gera/Breitstrom und der Flutgraben vereinigen sich 80 m unterhalb des Standortes G04 (Wehr Nettelbeckufer) wieder zur Gera. Das Erfurter Innenstadt-System der Gera ist in Abb. 24 dargestellt.

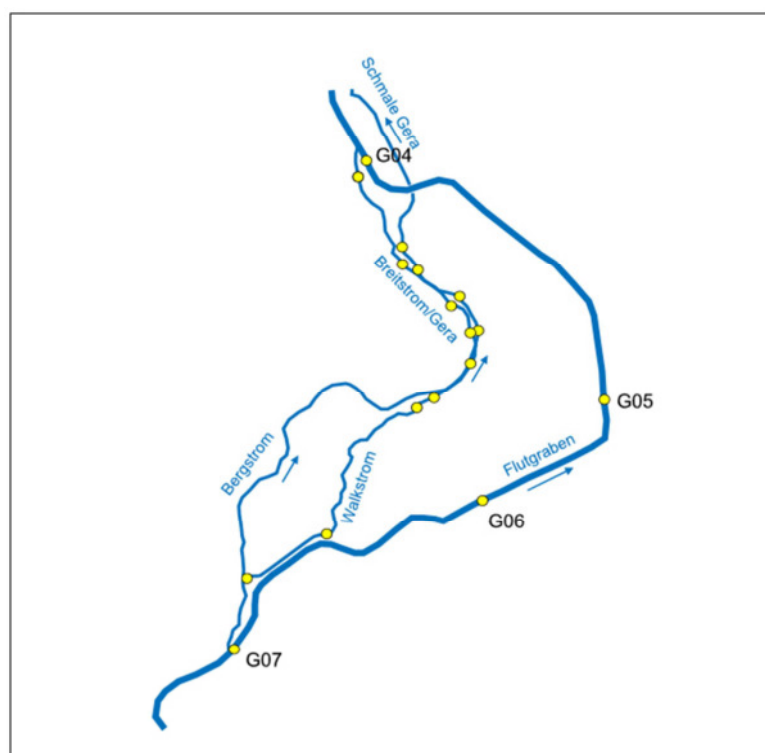


Abb. 24: Verlauf der Gera durch das Stadtgebiet Erfurt mit Querbauwerks-Standorten (gelbe Markierungen)

In der derzeitigen Praxis werden ca. $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ in das Gewässersystem Bergstrom/Gera abgeführt. Bei MQ ($5,91 \text{ m}^3/\text{s}$ am Standort G07 Papierwehr) verbleiben somit $3,41 \text{ m}^3/\text{s}$ im Flutgraben. Die bisherige Mindestwasserregelung sieht vor, $0,31 \text{ m}^3/\text{s}$ in den Flutgraben abzugeben. Erst ab einem Gesamtabfluss von $3,3 \text{ m}^3/\text{s}$ wird zusätzliches Wasser in Richtung Flutgraben abgegeben.

Im innerstädtischen Gera-System von Erfurt befinden sich neun Querbauwerke in der Gera/Breitstrom und vier Querbauwerke im Walkstrom. Der Bergstrom enthält kein Querbauwerk, er ist aber durch das Teilerwehr Bergstrom/Walkstrom abgeschnitten. In der Gera/Breitstrom befindet sich zudem eine Wasserkraftanlage an der Neuen Mühle. Es handelt sich dabei um einen mit Wasserrad und Francis-Turbine ausgestatteten Standort. Das Wasserrad wird nur noch zu Schauzwecken für das Museum einer Getreidemühle betrieben, die Hauptnutzung erfolgt durch die Francis-Turbine (www.stadtmuseum-erfurt.de, besucht am 09.12.2016). Weiterhin befindet sich eine WKA an der Schildchenmühle (BS5b). Die Gera/Breitstrom teilt sich kurz nach dem Zusammenfluss

Bergstrom/Walkstrom wiederum in zwei Arme. Hier befinden sich in jedem Arm Querbauwerke. Nach der Vereinigung der beiden Arme erfolgt eine erneute Teilung im Bereich der Parkanlage Venedig. Hier wird Wasser in die Schmale Gera abgezweigt.

Angaben über die Durchgängigkeit dieser Standorte wurden aus verschiedenen Veröffentlichungen entnommen (TLUG 2015, TLVWA 2010).

In Tab. 5 sind die einzelnen Standorte, die jeweilige abgeschätzte Aufstiegsrate und die kumulierte Aufstiegsrate für die gesamte Gera im Erfurter Stadtgebiet im Ist-Zustand aufgelistet.

Tab. 5: Querbauwerke und Aufstiegsraten für das Gera-Gewässersystem in Erfurt im Ist-Zustand

Gewässer-arm	Nr.	Bezeichnung Standort	Querbauwerk	Aufstiegs-rate Bauwerk	Kumulierte Aufstiegsrate des Gewässerarmes
Flut-graben	G04	Wehr Nettelbeckufer	Wehr	0,00	0,00
	G05	Wehr Schmidtstedter Knoten	Wehr	0,00	
	G06	Walzenwehr Erfurt	Offenes Walzenwehr	1,00	
	G07	Papierwehr Erfurt	Wehr mit Beckenpass	0,36	
Gera/ Breit-strom	BS1	Pulverwehr	Wehr (Umbau geplant)	0,00	0,00
	BS2	Kronenburgwehr, Venedig Park	Raugerinne	0,975	
	BS3	Sohlstufe Venedig rechter Arm	Raugerinne	0,975	
	BS4	Sohlstufe Venedig linker Arm	Raugerinne	0,975	
	BS5a	Furthmühle, linker Arm	Raugerinne	0,975	
	BS5b	Schildchenmühle rechter Arm	Absturz, WKA	0,00	
	BS6a	Sohlenstufen Rathausbrücke linker Arm	Absturz (Umbau geplan)	0,00	
	BS 6b	Sohlenstufen Rathausbrücke rechter Arm	Absturz (Umbau geplan)	0,00	
	BS7	Wehr Erfurt 1 (Neue Mühle Schlösserstr.)	Wehr mit Beckenpass und WKA (Umbau geplant)	0,36	
Walk-strom	WS1	Grüne Schildchenmühle, uh Lange Brücke	durchgängig	0,975	0,00
	WS2	Rabenmühle	durchgängig	0,975	
	WS3	Karthäusermühle	Raugerinne	0,975	
	WS4	Verteilerwehr Bergstrom/Walkstrom	Absturz	0,00	
Berg-strom		Keine Querbauwerke, aber abgetrennt durch WS4		0,00	0,00
Gesamtsystem					

Abb. 25 zeigt die Aufstiegsraten für das Gewässersystem im Ist-Zustand. Obwohl bereits einige Bauwerke durchgängig gestaltet wurden, befinden sich immer wieder nicht passierbare Hindernisse im System, so dass die Stadt Erfurt nicht für Fische durchwanderbar ist.

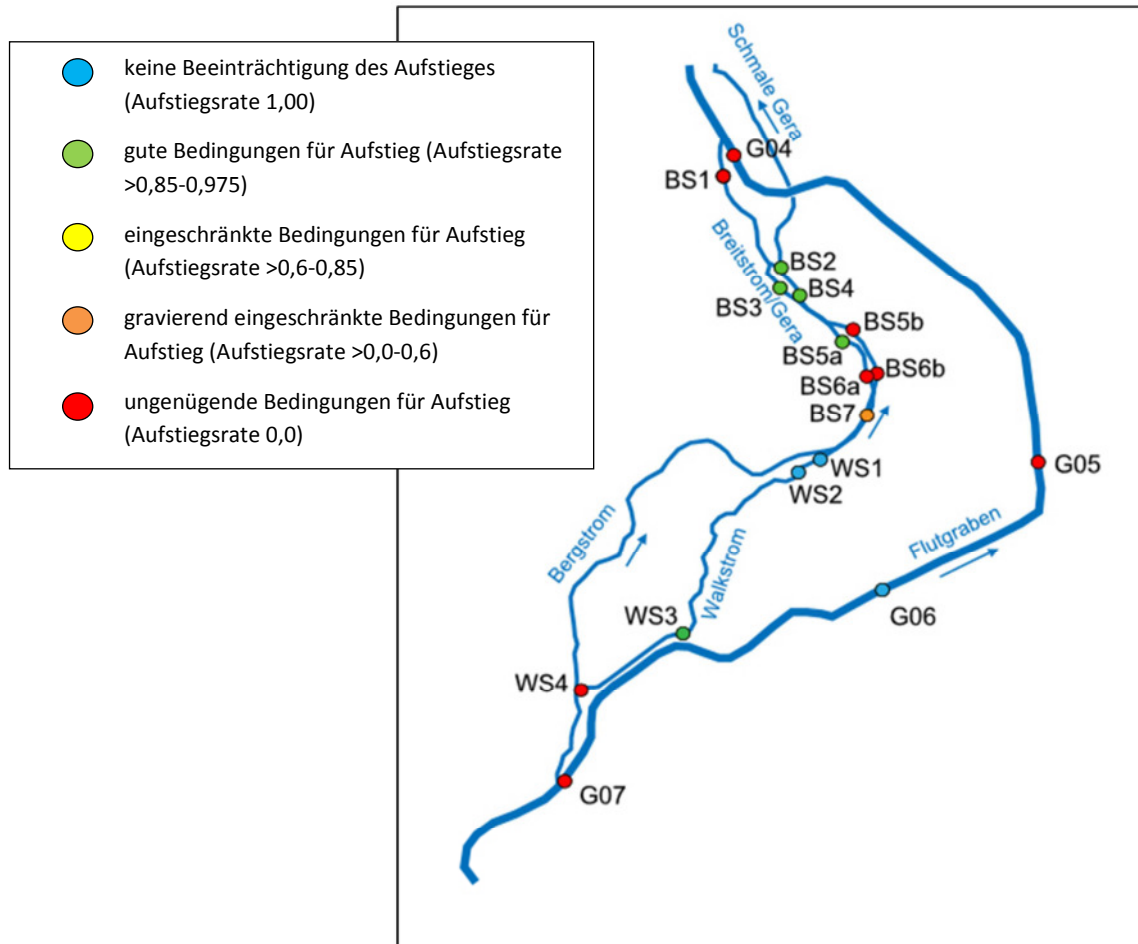


Abb. 25: Standorte und Durchgängigkeit des Gera-Systems in Erfurt im Ist-Zustand

Für die Querbauwerke im Flutgraben wurden im Rahmen der vorliegenden Studie Vorschläge für die Umsetzung der Durchgängigkeit erarbeitet. Teilweise liegen bereits Planungen oder Vorplanungen vor, die im Auftrag der TLUG gefertigt wurden. Für den Plan-Zustand im innerstädtischen Gera-System von Erfurt standen keine ausführlichen Unterlagen zur Verfügung. Im Erlass zur Durchgängigkeit (TLVWA 2010) werden Maßnahmen aufgeführt, die als Grundlage der Beurteilung des Planzustandes dienen. Es wurde davon ausgegangen, dass an allen Querbauwerken die aktuellen Anforderungen umgesetzt werden und so eine optimale Durchgängigkeit hergestellt wird.

Die Berechnung der großräumigen Auffindbarkeit aufgrund der Aufspaltung der Wasserströme gestaltete sich für das Gesamtsystem sehr kompliziert. Bei MQ werden 3,41 m³/s (58 %) in den Flutgraben und 2,5 m³/s (42 %) in das innerstädtische Gera-System geleitet. Die Wasserabgabe in die Schmale Gera bleibt unberücksichtigt. Daher wird davon ausgegangen, dass 58 % der aufsteigenden Fische in den Flutgraben und 42 % in die Gera/Breitstrom einwandern. Bei der Aufteilung der Gewässerarme in der Gera/Breitstrom sowie in Walkstrom und Bergstrom wurde als Arbeitsannahme davon ausgegangen, dass sich jeweils 50 % des Wassers in jeden Arm verteilen, es ergibt sich hier

jeweils eine großräumige Auffindbarkeit von 0,5. Es war also notwendig, sowohl innerhalb des Gewässersystems kumulative Berechnung auszuführen als auch über das Gesamtsystem.

In Tab. 6 sind die Aufstiegsraten im Plan-Zustand dargestellt. Die großräumige Auffindbarkeit in die einzelnen Gewässerarme ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht aufgeführt.

Tab. 6: Querbauwerke und Aufstiegsraten für das Gera-Gewässersystem in Erfurt im Plan-Zustand

Gewässer-arm	Nr.	Bezeichnung Standort	Querbauwerk	Aufstiegsrate Bauwerk	Kumulierte Aufstiegsrate des Gewässerarmes
Flut-graben	G04	Wehr Nettelbeckufer	Raugerinne	0,975	0,52
	G05	Wehr Schmidtstedter Knoten	Raugerinne	0,975	
	G06	Walzenwehr Erfurt	Offenes Walzenwehr	1,00	
	G07	Papierwehr Erfurt	Schlitzpass	0,975	
Gera/ Breit-strom	BS1	Pulverwehr	Durchgängig	0,975	0,33
	BS2	Kronenburgwehr, Venedig Park	Raugerinne	0,975	
	BS3	Sohlstufe Venedig rechter Arm	Raugerinne	0,975	
	BS4	Sohlstufe Venedig linker Arm	Raugerinne	0,975	
	BS5a	Furthmühle, linker Arm	Raugerinne	0,975	
	BS5b	Schildchenmühle rechter Arm	Beckenpass	0,951	
	BS6a	Sohlenstufen Rathausbrücke linker Arm	Raugerinne	0,975	
	BS 6b	Sohlenstufen Rathausbrücke rechter Arm	Raugerinne	0,975	
	BS7	Wehr Erfurt 1 (Neue Mühle Schlösserstr.)	durchgängig	0,951	
Walk-strom	WS1	Grüne Schildchenmühle, uh Lange Brücke	durchgängig	0,975	
	WS2	Rabenmühle	durchgängig	0,975	
	WS3	Karthäusermühle	Raugerinne	0,975	
	WS4	Verteilerwehr Bergstrom/Walkstrom	durchgängig	0,975	
Berg-strom		Keine Querbauwerke, aber abgetrennt durch WS4 - durchgängig		0,975	0,85
Gesamtsystem					

Abb. 26 zeigt die Durchgängigkeit der einzelnen Standorte im Plan-Zustand.

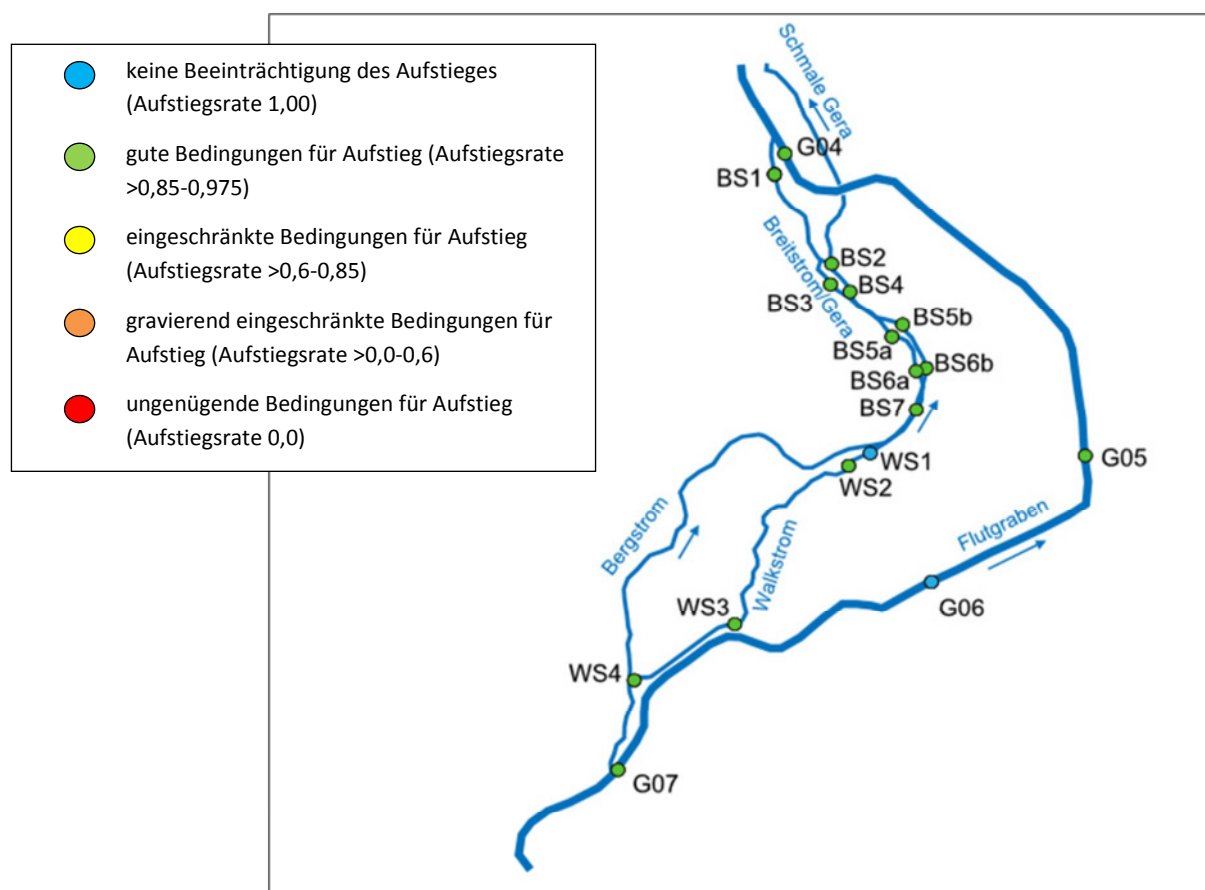


Abb. 26: Standorte und Durchgängigkeit des Gera-Systems in Erfurt im Plan-Zustand.

Bei Herstellung der kompletten Durchgängigkeit im gesamten System der Gera in Erfurt könnten 85% der Fische, die unterhalb des Systems den Aufstieg beginnen, den Gesamtstandort passieren. Bei Herstellung der Durchgängigkeit nur im Flutgraben würde sich die Aufstiegsrate für den Gesamtstandort auf 52 % verringern. Würde nur das System Bergstrom/Gera(Breitstrom) durchgängig gestaltet, wäre eine Aufstiegsrate von 33 % erreichbar. Es handelt sich hier allerdings um deutlich mehr Maßnahmen als im Flutgrabensystem. Teilweise herrschen sehr beengte Platzverhältnisse und vermutlich sind auch kulturhistorische Zwänge zu beachten. Bisher wurden bereits viele Maßnahmen in der Innenstadt schon umgesetzt oder sind in Planung. Durchgängigkeitsmaßnahmen sollten sowohl im Erfurter Innenstadtsystem als auch im Flutgraben umgesetzt werden.

Eine Betrachtung des Fischabstiegs erfolgt nicht, da hierzu die Ausprägung der Querbauwerke im Stadtgebiet genauer bekannt sein müsste.

4.3.2 Durchgängigkeit im Bereich der Stadt Arnstadt

Ein etwas weniger kompliziertes Gewässersystem bildet die Gera in Arnstadt. Am Wehr Arnstadt (Fürstenbergwehr, G22) wird das Wasser für die Nutzung durch zwei Wasserkraftanlagen in den innerstädtischen Mühlgraben abgeschlagen. Der Mühlgraben mündet unterhalb der Neumühle (WKA 2) in das Nebengewässer Wilde Weiße und wird dann nach kurzer Fließstrecke unterhalb des Standortes G18 wieder der Gera zugeführt. In diesem System befinden sich insgesamt 11 Querbauwerke. Bei Aufstieg über das System Wilde Weiße/Mühlgraben sind vier Querbauwerke zu überwinden, zwei Standorte in der Wilden Weiße und zwei Wasserkraftanlagen im Mühlgraben. Im eigentlichen Gera-Flusslauf (Mutterbett) sind sieben Querbauwerke vorhanden.

Für das Mutterbett gilt lt. Altrechtsfeststellung für die Günthersmühle (WKA 1 am Riedtor) eine Mindestwassermenge von 400 l/s, die bei Durchflüssen ab 1,2 m³/s auf 600 l/s angehoben wird. Inwieweit diese Mindestwassermenge in der Praxis eingehalten wird, ist nicht bekannt. Für die folgenden Berechnungen, die sich auf MQ beziehen, wird daher von einer Mindestwassermenge von 0,6 m³/s ausgegangen. Demnach werden derzeit bei einem MQ von 2,38 m³/s und abzüglich der ins Mutterbett abzugebenden Mindestwassermenge ca. 1,78 m³/s in den Mühlgraben zur Nutzung durch die beiden Wasserkraftanlagen abgeführt. Aufsteigende Fische werden sich demnach der Strömung folgend eher Richtung Mühlgraben/Wilde Weiße orientieren. Der relativ geringe Zustrom der Wilden Weiße wird in der Bilanz vernachlässigt. Die großräumige Aufteilung der Fische (großräumige Auffindbarkeit) erfolgt daher mit einem Anteil von 75 % in Richtung Mühlgraben/Wilde Weiße und mit 25 % Richtung Mutterbett.

In Tab. 7 ist die Situation in Arnstadt im Ist-Zustand dargestellt. Abb. 27 verdeutlicht die Gewässerarme sowie die Standorte im Ist-Zustand.

Tab. 7: Querbauwerke und Aufstiegsraten für das Gera-Gewässersystem in Arnstadt im Ist-Zustand

Gewässerarm	Nr.	Bezeichnung Standort	Querbauwerk	Aufstiegsrate Bauwerk	Kumulierte Aufstiegsrate des Gewässerarmes
Mühlgraben/ Wilde Weiße	WW01	Sohlenstufen uh Hammereckenwehr	Absturz	0,60	0,00
	WW02	Hammereckenwehr	Wehr	0,00	
	WKA2	WKA Neumühle	Absturz, WKA	0,00	
	WKA1	WKA am Riedtor	Absturz, WKA	0,00	
Mutterbett	G18	Sohlenstufen alte Papiermühle	Absturz	0,85	0,00
	G18a	Grundschwelle am Wollmarkt	Grundschwelle	0,975	
	G19	Sohlenstufen ehem. Brauerei	Absturz	0,00	
	G20	Sohlenstufen Südbahnhof Arnstadt	Grundschwelle + Absturz	0,85	
	G21	Sohlenstufen Kurhausplatz Arnstadt	Absturz	0,00	
	G21a	Sohlenstufen uh Fürstenbergwehr	Absturz	0,975	
	G22	Wehr Arnstadt (Fürstenbergwehr)	Wehr	0,00	
Gesamtsystem					0,00

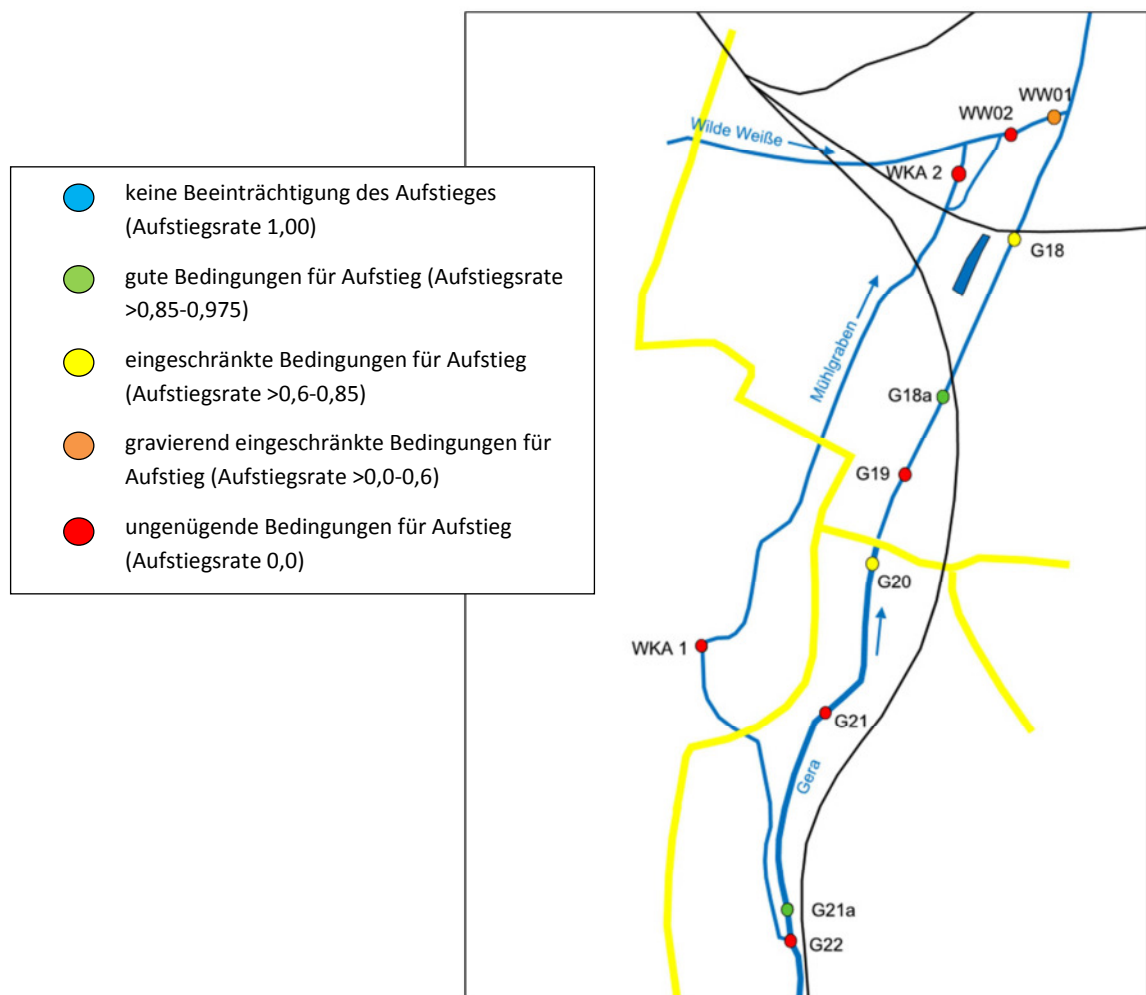


Abb. 27: Standorte und Durchgängigkeit des Gera-Systems in Arnstadt im Ist-Zustand

Im Ist-Zustand ist die Durchgängigkeit durch das System gänzlich unterbrochen. Aufsteigende Fische Richtung Muhlgraben/Wilde Weiße gelangen maximal bis zum Hammereckenwehr (WW02), in die Gera (Mutterbett) einwandernde Fische können eingeschränkt bis zum Standort G19 gelangen.

Für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit wurden zwei gleichwertige Varianten erarbeitet, als **Variante 1** die Wiederherstellung der Durchgängigkeit über den Muhlgraben/Wilde Weiße und als **Variante 2** der Umbau der Querbauwerke im Mutterbett betrachtet.

Bei **Variante 1** ist ein geringerer Aufwand nötig, da nur drei Querbauwerke zu überwinden wären (Abb. 28). Für den Standort WKA 1 (am Riedtor) ist die Anlage eines Fischliftes denkbar. WKA 2 (Neumühle) wird mit einem langen Umgehungsgerinne ausgestattet, welches unterhalb des Hammereckenwehres in die Wilde Weiße mündet. Dazu kann ein bereits bestehender Abschlagsgraben (2. Muhlgraben) umgebaut bzw. dessen Mündung nach unterhalb des Hammereckenwehres verlegt werden. Für diese Variante müssten die WKA Wasser für ökologische Abflüsse zur Verfügung stellen. Die Querbauwerke im Mutterbett werden nicht umgebaut. Die erreichbaren Aufstiegsraten für Variante 1 sind in Tab. 8 dargestellt.

Tab. 8: Querbauwerke und Aufstiegsraten für das Gera-Gewässersystem in Arnstadt im Plan-Zustand, Variante 1

Gewässerarm	Nr.	Bezeichnung Standort	Querbauwerk	Aufstiegsrate Bauwerk	Kumulierte Aufstiegsrate des Gewässerarmes
Mühlgraben/ Wilde Weiße	WW01	Sohlenstufen uh Hammereckenwehr	Rückbau	1,00	0,68
	WW02	Hammereckenwehr	Wehr (wird umgangen)	0,00	
	WKA2	WKA Neumühle	Umgehung	0,951	
	WKA1	WKA am Riedtor	Fischlift	0,951	
Mutterbett	G18	Sohlenstufen alte Papiermühle	Absturz	0,85	0,00
	G18a	Grundschwelle am Wollmarkt	Grundschwelle	0,975	
	G19	Sst. ehem. Brauerei	Absturz	0,00	
	G20	Sst. Südbahnhof Arnstadt	Grundschwelle + Absturz	0,85	
	G21	Sst. Kurhausplatz Arnstadt	Absturz	0,00	
	G21a	Sst. uh Fürstenbergwehr	Absturz	0,975	
	G22	Wehr Arnstadt (Fürstenbergwehr)	Wehr	0,00	
Gesamtsystem					0,68

grau ... muss nicht überwunden werden

Bei Umsetzung der Variante 1 könnten demnach 68 % der in das System einwandernden Fische das Oberwasser des Wehrs Arnstadt (Fürstenbergwehr, G22) erreichen.

Die Kosten für die Umsetzung der Variante 1 würden sich auf etwa 438.000 € belaufen.

In **Variante 2** werden alle Querbauwerke im Mutterbett umgebaut (Abb. 28). Dabei handelt es sich zumeist um kleinere Abstürze, die mit Hilfe von Raugerinnen passierbar gestaltet werden können. Aufwändiger ist die Umgestaltung des Wehrs Arnstadt (Fürstenbergwehr, G22). Aufgrund beengter Platzverhältnisse wurde hier eine Fischschleuse vorgeschlagen (siehe Steckbrief G22 in Anhang 4-G). Da sich bei gleichbleibender Wasseraufteilung mehr Fische in Richtung Mühlgraben/Wilde Weiße orientieren würden, wäre eine stark herabgesetzte Aufstiegsrate von 21 % für den Gesamtstandort zu verzeichnen (Tab. 9). (Die Berechnungsgrundlage hierfür ist nicht im Anhang dargestellt.)

Tab. 9: Querbauwerke und Aufstiegsraten für das Gera-Gewässersystem in Arnstadt im Plan-Zustand, Variante 2

Gewässer-arm	Nr.	Bezeichnung Standort	Querbauwerk	Aufstiegsrate Bauwerk	Kumulierte Aufstiegsrate des Gewässerarmes
Mühlgraben/ Wilde Weiße	WW01	Sohlenstufen uh Hammereckenwehr	Absturz	0,60	0,00
	WW02	Hammereckenwehr	Wehr	0,00	
	WKA2	WKA Neumühle	Absturz, WKA	0,00	
	WKA1	WKA am Riedtor	Absturz, WKA	0,00	
Mutterbett	G18	Sst. alte Papiermühle	Raugerinne	0,975	0,21
	G18a	Grundschwelle am Wollmarkt	Rückbau	1,00	
	G19	Sst. ehem. Brauerei	Teilbreites Raugerinne	0,951	
	G20	Sst. Südbahnhof Arnstadt	Rückbau	1,00	
	G21	Sst. Kurhausplatz Arnstadt	Teilbreites Raugerinne	0,951	
	G21a	Sst. uh Fürstenbergwehr	Rückbau	1,00	
	G22	Wehr Arnstadt (Fürstenbergwehr)	Fischschleuse	0,951	
Gesamtsystem					0,21

Eine wesentliche Steigerung der Aufstiegszahlen über das Mutterbett wäre mit dem Einbringen einer Einschwimmsperre in die Mündung des Weges Mühlgraben/Wilde Weiße zu erreichen (

Abb. 28). Dabei würde sich die großräumige Auffindbarkeit deutlich zugunsten des Mutterbettes verändern (90 % der Fische Richtung Mutterbett, 10 % Richtung Einschwimmsperre). Mit dieser Anpassung könnte eine Gesamtaufstiegsrate von 75 % erreicht werden können (s. Anhang 11-G und Tab. 10).

Bei Errichtung einer Einschwimmsperre muss jedoch zwingend beachtet werden, dass der Fischabstieg nicht behindert werden darf.

Die Kosten für die Umsetzung der Variante 2 würden sich auf etwa 626.600 € belaufen (s. Anhang 15-G).

Tab. 10: Querbauwerke und Aufstiegsraten für das Gera-Gewässersystem in Arnstadt im Plan-Zustand, Variante 2 mit Einschwimmsperre

Gewässerarm	Nr.	Bezeichnung Standort	Querbauwerk	Aufstiegsrate Bauwerk	Kumulierte Aufstiegsrate des Gewässerarmes
Mühlgraben/ Wilde Weiße	WW01	Sohlenstufen uh Hammereckenwehr	Absturz	0,60	0,00
	WW02	Hammereckenwehr	Wehr	0,00	
	WKA2	WKA Neumühle	Absturz, WKA	0,00	
	WKA1	WKA am Riedtor	Absturz, WKA	0,00	
Mutterbett	G18	Sst. alte Papiermühle	Raugerinne	0,975	0,75
	G18a	Grundschwelle am Wollmarkt	Rückbau	1,00	
	G19	Sst. ehem. Brauerei	Teilbreites Raugerinne	0,951	
	G20	Sst. Südbahnhof Arnstadt	Rückbau	1,00	
	G21	Sst. Kurhausplatz Arnstadt	Teilbreites Raugerinne	0,951	
	G21a	Sst. uh Fürstenbergwehr	Rückbau	1,00	
	G22	Wehr Arnstadt (Fürstenbergwehr)	Fischschleuse	0,951	
Gesamtsystem					0,75

Abb. 28 zeigt die Durchgängigkeit der Standorte des Gera-Systems in Arnstadt im Plan-Zustand für beide Varianten.

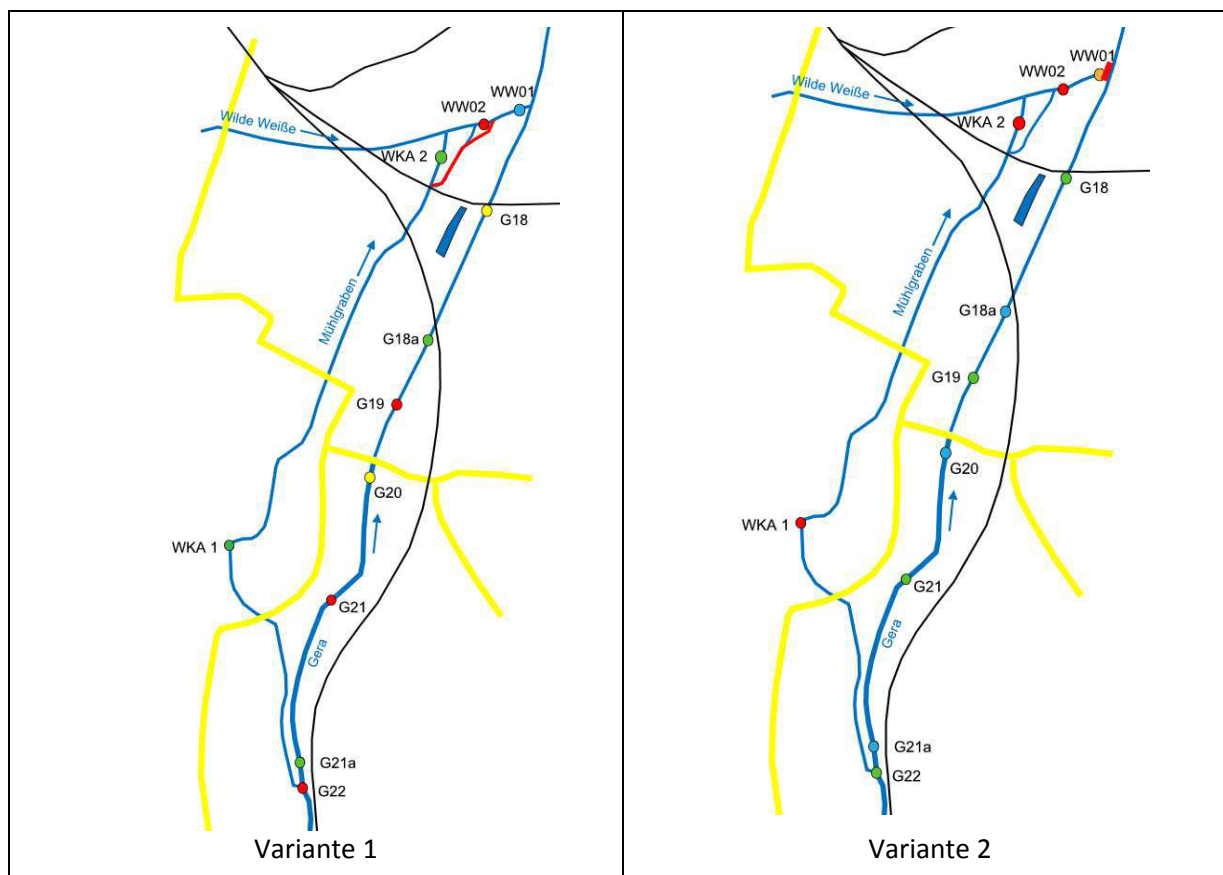


Abb. 28: Standorte und Durchgängigkeit des Gera-Systems in Arnstadt im Plan-Zustand für beide Varianten (Legende siehe Abb. 27)

Als weitere Möglichkeit und um die Errichtung einer Einschwimmsperre zu umgehen, wäre die Erhöhung der Wassermenge im Mutterbett der Gera denkbar. Um eine Aufstiegsrate für das Gesamtsystem von 0,75 zu erreichen, müsste 90 % des Wassers in das Mutterbett abgegeben werden. Eine wirtschaftliche Nutzung der Wasserkraftanlagen wäre dann nicht mehr realistisch. Würde eine gleichmäßige Aufteilung des Wassers zwischen Gera und Mühlgraben erfolgen, wäre mit einer Aufstiegsrate von 42 % zu rechnen (Berechnungsgrundlagen nicht im Anhang dargestellt). Auch hier wäre eine Wirtschaftlichkeit der WKA nicht mehr gegeben.

Die Entscheidung für eine der Varianten muss in enger Abstimmung mit den beteiligten Behörden und den Betreibern der WKA getroffen werden.

Variantendiskussion/Empfehlung

Für die Herstellung der Durchgängigkeit im Bereich zwischen Wehr Arnstadt (Fürstenbergwehr) und der Einmündung der Wilden Weiße inkl. Mühlgraben gibt es keine eindeutige Vorzugsvariante. Für beide Varianten müssen die beiden betroffenen WKA Wasser für ökologische Abflüsse zur Verfügung stellen. Auch aus Sicht der Kosten ergibt sich keine eindeutig bevorzugte Variante, obwohl Variante 2 mit ca. 626.000 € etwas teurer eingeschätzt wird als Variante 1 (ca. 438.000 €).

Die Variante 1 über den Mühlgraben ist theoretisch umsetzbar. Die Kosten dafür müssten, auch bei Bereitstellung von Fördermitteln, zumindest teilweise durch die Wasserkraftanlagenbetreiber getragen werden. Es erscheint fraglich, ob die Wirtschaftlichkeit der WKA dann noch gegeben wäre. Die behördliche Anordnung müsste auf Landkreisebene erfolgen, da der Mühlgraben ein Gewässer 2. Ordnung ist. Die Umsetzbarkeit mittels wasserrechtlicher Verfahren ist nicht sicher prognostizierbar.

Aus gewässerökologischer Sicht ist die Herstellung der Durchgängigkeit im Hauptgewässer/Mutterbett zu empfehlen (Variante 2). Es kann eine höhere Aufstiegsrate als bei Variante 1 erreicht werden. Am anspruchsvollsten ist dabei die Herstellung der Passierbarkeit am Wehr Arnstadt (Fürstenbergwehr, G22). Das Wehr ist Eigentum des Freistaates Thüringen. Der Betrieb einer Fischschleuse gestaltet sich in der praktischen Umsetzung als sehr aufwändig. Da im Rahmen dieser Studie ökologische Notwendigkeiten herausgearbeitet werden sollten und damit keine detaillierten Aussagen zu technischen Varianten an diesem speziellen Standort möglich sind, sollte hierfür eine separate Konzeptstudie in Auftrag gegeben werden. Die Wasserverteilung der Gera an diesem Standort sollte ebenfalls noch einmal überprüft und ggfs. angepasst werden.

5 Auswirkungen der ökologischen Maßnahmen auf die Wirtschaftlichkeit von WKA

Wie im Methodenteil beschrieben, wurden die Auswirkungen der erhöhten Wasserabgabe für die ökologischen Maßnahmen auf den Jahresertrag der Wasserkraftanlagen berechnet. In Tab. 11 sind die Stammdaten der betrachteten WKA zusammengestellt.

Tab. 11: Basisdaten der bestehenden WKA an der Gera (Volllaststunden gerundet nach 50Hertz)

Nr.	Standort	Art der WKA	MQ [m³/s]	QA [m³/s]	Volllaststunden [h]	Installierte Leistung kW	Vergütung nach EEG [€]	Jahr Inbetriebnahme
G22	Arnstadt WKA 1 am Riedtor	Ausl.WKA	2,381	1,78	keine Daten	49	Eigenverbrauch	1997
G22	Arnstadt WKA 2 Neumühle	Ausl.WKA	2,381	1,78	1.300	45	0,1167	1998
G23	WKA Dosdorf	Ausl.WKA	2,057	1,50	3.800	45	0,0767	1995
WG04	Mühle Liebenstein	Ausl.WKA	0,949	0,60	keine Daten	19	Verm. Eigenverbrauch	1930

Am Standort G22 befinden sich zwei WKA, von denen die WKA 1 (am Riedtor) für den Eigenverbrauch produziert und nicht ins Netz einspeist. Bei der zweiten WKA an diesem Standort (WKA 2, Neumühle) sind nur sehr geringe Volllaststunden beim Netzbetreiber angegeben. Dies beruht wahrscheinlich auf einem hohen Schluckvermögen der Turbinen. Die Leistung der Turbinen wird mit 45 kW angegeben. Ermittelt man die mögliche Leistung der WKA nach der vereinfachten Formel $P=7 \cdot Q \cdot h$ ergibt sich jedoch nur eine Leistung von ca. 20 kW. Vermutlich waren die Turbinen ursprünglich auf eine höhere Wassermenge ausgelegt worden.

Für die WKA Mühle Liebenstein (WG04) waren ebenfalls keine EEG-Daten verfügbar. Diese Anlage ist derzeit außer Betrieb.

Bei der Abschätzung der Mindererzeugung durch ökologische Maßnahmen wurde nur der Verlust durch die ggfs. verringerte Wassermenge einbezogen. Die Kosten der Baumaßnahmen sind nicht berücksichtigt, wirken sich aber selbstverständlich auch einige Jahre auf die Wirtschaftlichkeit aus. Eine Erhöhung der Vergütung nach EEG ist anders als in vorangegangenen Jahren durch Umsetzung ökologischer Maßnahmen nicht mehr möglich (siehe auch Erläuterungsbericht - Methoden, Kap. 5).

Aufgrund der erhöhten Aufwendungen für den Betrieb der ökologischen Anlagen und ggfs. erhöhte Rechenreinigungsintervalle wird zudem ein Abschlag von 2 % des Jahresertrages berücksichtigt.

Bei der Anlage am Standort G23 (Dosdorf) fällt nur der Verlust durch die erhöhten Betriebskosten an, da bezogen auf MQ ausreichend Wasser für den Betrieb der ökologischen Anlagen vorhanden ist. Gleiches gilt für den Standort WG04. Da hier allerdings keine Vergütungsdaten bekannt sind, entfällt eine Berechnung der Mindererzeugung. An der WKA 1 (am Riedtor, G22) sind ebenfalls keine Vergütungssätze verfügbar, da der Strom ausschließlich für den Eigenverbrauch verwendet und nicht ins Netz eingespeist wird. Hier wird durch die Abgabe von Wasser für ökologische Maßnahmen ein Verlust von ca. 10.000 kWh kalkuliert. Dies entspricht bei einer Ist-Produktion von ca. 171.500 kWh einem Verlust von etwa 6 %. Bei diesen Kalkulationen wurden 3.500 Volllaststunden angenommen. An der WKA 2 (Neumühle, G22) dieses Mühlgrabens ist der Verlust in einer ähnlichen Größenordnung angesiedelt (ca. 4 %) bei Annahme der Volllaststunden des Ist-Zustandes (1.300).

An dieser Stelle wird keine Bewertung über die wirtschaftliche Zumutbarkeit dieser Verluste vorgenommen.

Die genauen Berechnungen sind im Anhang 18-G zu finden.

6 Beeinträchtigungen durch Stauräume und Ausleitungen

6.1 Beeinflussung im Ist-Zustand

Der Hauptlauf der Gera wird im Ist-Zustand bei einer Länge von 50,1 km auf 4,8 km durch Stau und/oder Ausleitung beeinträchtigt. Dies entspricht einem Anteil von 9,45 %, der bereits im Ist-Zustand unter dem maximal zulässigen Wert nach TLUG (2011) liegt. In der nur kurzen Barbenregion der Gera (bis zum Standort G01 Wehr Kühnhausen) sind keine Beeinträchtigungen durch Stau und Ausleitung vorhanden. Die größte Strecke der Gera befindet sich in der Äschenregion, die sich bis zum Zusammenfluss von Wilder Gera und Zahmer Gera erstreckt. Hier ergibt sich eine Beeinträchtigung von 12,6 %. In der Gera ist die Beeinträchtigung durch Ausleitung (2,5 km) ähnlich lang wie die durch Staustrecken (2,3 km). Bei der Beurteilung der Beeinträchtigung durch Ausleitung ist zu beachten, dass hier vor allem die längere Ausleitung im System der Gera in Arnstadt zum Tragen kommt. Hier sind die Strecken zwischen den Querbauwerken im Mutterbett komplett durch die Ausleitung beeinträchtigt.

Die lange Ausleitung für die Beaufschlagung der Mahlgera wurde demgegenüber nicht als Beeinträchtigung gewertet, da hier bei MQ deutlich weniger als 50 % des verfügbaren Wassers ausgeleitet wird. Ebenso wurde die Dotation des verzweigten Systems der Gera in Erfurt nicht als Beeinträchtigung durch Ausleitung gewertet, da die überwiegend künstliche Gestaltung der Flussläufe hier seit langem auf die verfügbaren Wassermengen ausgerichtet ist und es durch die Aufspaltung der Wasserströme hier nicht zu einem Habitatverlust kommt.

Wie

Abb. 29 und Abb. 30 verdeutlichen, sind die durch Stau beeinflussten Gewässerstrecken meist nicht sehr ausgedehnt, am deutlichsten wirkt sich die lange Ausleitungsstrecke in Arnstadt aus. An neun Standorten ist die Beeinflussung der Fließstrecke zwischen zwei Querbauwerken höher als 25 %. Dies sind vor allem die relativ kurzen Strecken zwischen den Querbauwerken im Mutterbett der Ausleitung von G22 (G18 bis G21a, Wehr Arnstadt (Fürstenbergwehr)). Unterhalb von Erfurt und im Bereich der Mündung der Apfelstädt sind mit Längen von ca. 5 bis 9 km auch ausgedehnte unbeeinflusste Strecken zu finden. Die Strecke oberhalb G09 wurde zudem als wichtiges Zielgebiet für die Durchgängigkeit der Gera festgesetzt (siehe Kap. 3.3). Die genauen Daten zur Beeinflussung durch Stau und Ausleitung sind in Anhang 19-G zu finden.

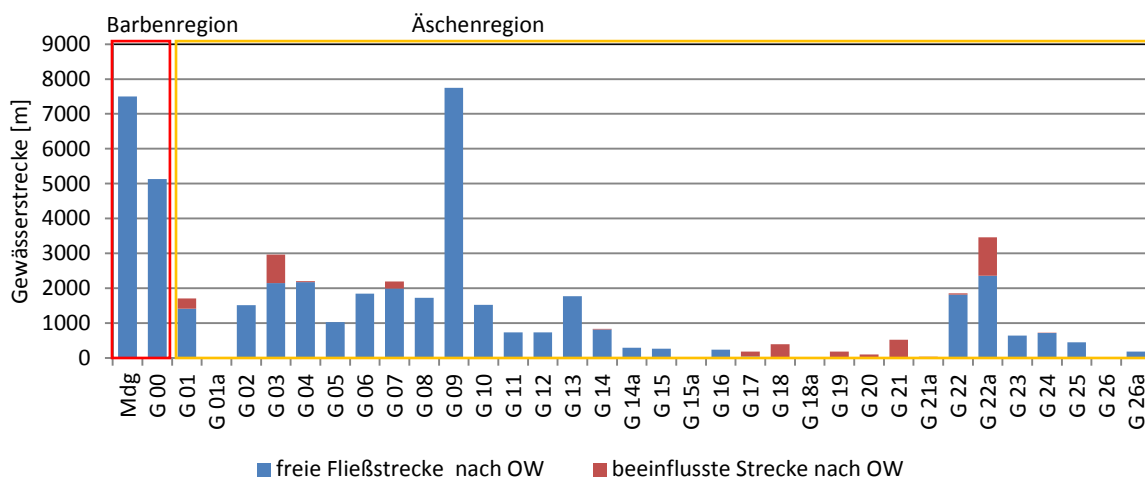


Abb. 29: Länge der beeinflussten und unbeeinflussten Gewässerstrecken oberhalb der jeweiligen Standorte bis zum nächsten Querbauwerk an der Gera (Hauptfluss) im Ist-Zustand

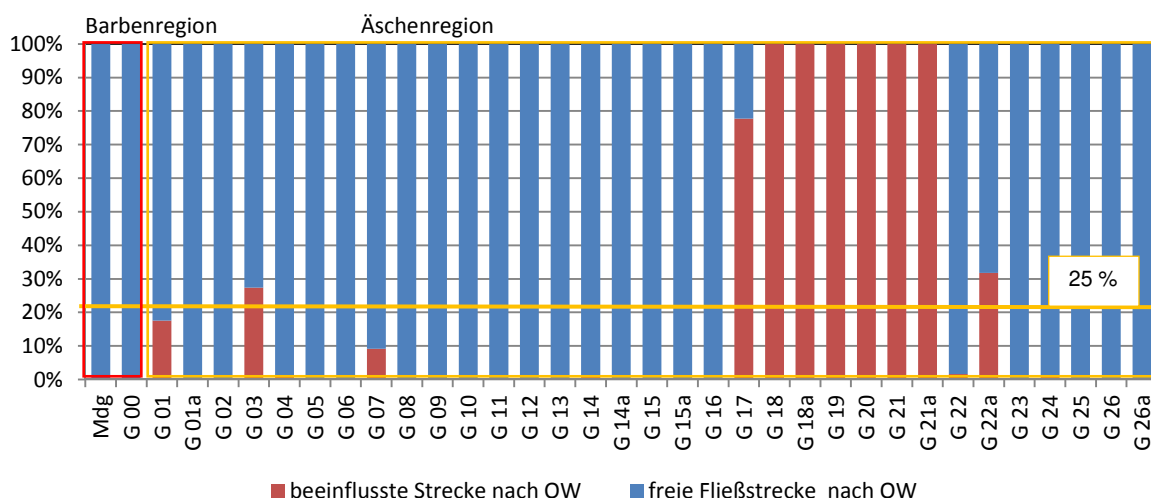


Abb. 30: Anteil der beeinflussten und unbeeinflussten Gewässerstrecken oberhalb der jeweiligen Standorte bis zum nächsten Querbauwerk an der Gera (Hauptfluss) im Ist-Zustand

Bei den beiden Nebengewässern Wilde Gera und Zahme Gera sind die Beeinträchtigungen durch Stau und Ausleitung nur in sehr geringem Maße gegeben. An der Wilden Gera sind bei einer Länge von 22,1 km nur 280 m beeinflusst. Dies entspricht einem Anteil von 1,3 %. Das Gewässer befindet sich auf ganzer Länge in der Forellenregion. Es handelt sich hier ausschließlich um kurze Rückstaurecken, deren Länge maximal 150 m betragen.

An der Zahmen Gera ist die Beeinflussung noch geringer. Auf einer (untersuchten) Länge von 13,2 km sind nur 80 m beeinträchtigt, was einem Anteil von 0,63 % entspricht. Das Gewässer ist ebenfalls auf ganzer Länge der Forellenregion zugehörig. Auch hier handelt es sich nur um kurze Rückstaurecken.

Beide Gewässer erfüllen demnach die Vorgaben nach TLUG (2011) bereits im Ist-Zustand. Auf eine grafische Darstellung wurde verzichtet.

6.2 Beeinflussung im Plan-Zustand

Eine Verringerung des Rückstaus ergibt sich am Hauptfluss der Gera durch den Rückbau von sechs Querbauwerken, die einen Staubereich aufwiesen. Zwei dieser Standorte (G01a und G02) wurden bereits 2016 in ein gewässerbreites Raugerinne umgebaut, dabei wurde der Stauraum aufgehoben. Eine Veränderung der Ausleitungssituation an der Gera in Arnstadt ist mittelfristig nicht möglich. Um die Auswirkungen der Ausleitung in Arnstadt aufzuheben, müssten mehr als 50% des Wassers (bezogen auf MQ) in das Mutterbett abgegeben werden, dadurch würde der Betrieb der WKA nicht mehr wirtschaftlich möglich sein. Insgesamt lässt sich an der Gera durch die Umsetzung der Maßnahmen die durch Stau und Ausleitung beeinflusste Strecke auf 3,9 km verringern und somit auf einen Anteil von 7,64 %. Die Beeinflussung von mehr als 25 % zwischen zwei Querbauwerken insbesondere in Arnstadt wird durch die geplanten Rückbaumaßnahmen nicht geändert. Auf eine grafische Darstellung wird verzichtet.

An der Wilden Gera kann durch den Rückbau von zwei Querbauwerken mit Rückstau der Anteil der beeinträchtigten Strecke auf 0,56 % gesenkt werden. An der Zahmen Gera verbleibt nach dem

Rückbau mehrerer Querbauwerke noch ein Anteil von 0,11 %. Auf eine grafische Darstellung wird verzichtet. Die Details sind in Anhang 19-G aufgeführt.

7 Prüfung der Nutzbarkeit von Querbauwerken nach § 35 WHG

Nach den Auswahlkriterien für mögliche Wasserkraftstandorte einschließlich der getroffenen Einschränkungen, dass Standorte nicht mehr geprüft werden, wenn für sie bereits konkrete Planungen für Um- oder Rückbau vorliegen (siehe Erläuterungsbericht – Methoden, Kap. 9.2) verbleiben an der Gera vier Querbauwerke, deren Nutzbarkeit nach § 35 WHG geprüft wurden. Die detaillierten Berechnungen sind in Anhang 21-G dargestellt. Alle Querbauwerke sind ältere Wehre. Ein Querbauwerk liegt am Westrand der Stadt Erfurt, zwei befinden sich im Flutgraben in Erfurt und ein weiteres in Arnstadt.

Die Wasserführung der Gera weist, wie das gesamte Gewässersystem, ausgeprägte Niedrigwasserphasen auf. Die Menge der möglichen Volllaststunden wurde daher, im Vergleich mit aktuellen Daten und im Hinblick auf den Klimawandel (TMLFUN 2013) mit 3.000 h angesetzt.

Für alle geprüften Standorte ist eine wirtschaftliche Nutzung unwahrscheinlich bis unmöglich. Dies ist auf die teilweise geringen verfügbaren Wassermengen oder geringe Fallhöhen zurückzuführen. Vor allem bei den Standorten im Flutgraben ist die verfügbare Wassermenge durch die Aufteilung der Gera in mehrere Arme herabgesetzt. Im Folgenden werden die geprüften Standorte näher vorgestellt.

Vorstellung einzelner Standorte

7.1 Wehr Nettelbeckufer (G04)

Das Wehr Nettelbeckufer befindet sich im Flutgraben in Erfurt. Es weist eine Fallhöhe von 3,3 m und einen Mittelwasserabfluss von ca. 3,41 m³/s auf. Der Abfluss ist reduziert, da ein Teil des Wassers der Gera in das Erfurter Innenstadt-System Bergstrom/Gera(Breitstrom) geleitet wird. Abzüglich der Wassermengen für Fischauf- und -abstieg sind noch 3,07 m³/s nutzbar, die eine Ausbauleistung von maximal 80 kW erwarten lassen. Bei prognostizierten Volllaststunden von 3.000 h ist ein Wirtschaftlichkeitsfaktor IK/JE von 26,91 zu erwarten. Auch hier ist eine wirtschaftliche Nutzung eher kritisch zu sehen. Das Wehr gehört dem Freistaat Thüringen. Aus dem Jahr 2010 liegt eine technische Machbarkeitsstudie für den Umbau vor (siehe Steckbrief in Anhang 4-G).

7.2 Wehr Schmidtstedter Knoten (G05)

Auch das Wehr am Schmidtstedter Knoten befindet sich im Flutgrabensystem der Gera in Erfurt. Der Mittelwasserabfluss ist daher reduziert und beträgt 3,41 m³/s. Die Fallhöhe liegt bei ca. 2,6 m. Oberhalb des Wehres wird eine geringe Menge an Brauchwasser entnommen. Abzüglich der ökologischen Abflüsse steht somit eine Wassermenge von ca. 3,06 m³/s zur Verfügung. Damit ist eine Leistung von etwa 62 kW zu erwarten. Der Faktor IK/JE beträgt mit diesen Rahmenbedingungen 30,12 und lässt keine wirtschaftliche Nutzung der Wasserkraft an diesem Standort erwarten. Der Standort gehört dem Freistaat Thüringen. Aus dem Jahr 2010 liegt eine Technische Machbarkeitsstudie für den Umbau bzw. die Wiederherstellung der Durchgängigkeit vor (siehe Steckbrief in Anhang 4-G).

7.3 Papierwehr (G07)

Am Papierwehr in Erfurt teilt sich die Gera in den Flutgraben und das innerstädtische System auf. Über das Wehr selbst wird der dem Flutgraben zugehende Abfluss abgegeben. Demnach ist auch hier nur die reduzierte Wassermenge von 3,41 m³/s bei MQ anzusetzen. Die Fallhöhe beträgt ca. 3,02 m. Abzüglich der ökologischen Abflüsse würden für die Stromerzeugung 3,01 m³/s zur Verfügung stehen. Mit einer prognostizierten Leistung von 72 KW ist ein Wirtschaftlichkeitsfaktor von 28,13 zu erwarten. Eine wirtschaftliche Nutzung scheint deshalb eher kritisch. Zudem befindet sich im unmittelbaren Umfeld des Wehres ein denkmalgeschütztes Schwimmbad. Das Wehr gehört der Stadt Erfurt. Aus dem Jahr 2015 liegt eine Vorplanung und Variantenuntersuchung für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit in Zusammenhang mit dem Hochwasserschutz für die Stadt Erfurt vor (siehe Steckbrief in Anhang 4-G).

7.4 Wehr Arnstadt Sportplatz (G14)

Am diesem Standort ist ein Mittelwasserabfluss von 3,23 m³/s zu erwarten. Die Fallhöhe des aus Steinen gemauerten Wehres beträgt 2,09 m. Die nach Abzug der ökologischen Wasserabgaben nutzbare Wassermenge beträgt 2,89 m³/s. Diese Parameter lassen eine Leistung von 47 kW erwarten. Beim Ansatz von 3.000 Volllaststunden ergibt sich daraus ein Wirtschaftlichkeitsfaktor von 33,56, was eine wirtschaftliche Nutzung sehr unwahrscheinlich erscheinen lässt. Für den Standort wurden seitens dritter Stellen noch keine Planungen vorgelegt. Im Rahmen des hier vorliegenden Konzeptes wird die Absenkung des Staues und der Umbau in ein fischpassierbares Raugerinne vorgeschlagen (siehe Steckbrief in Anhang 4-G).

8 Erreichen des guten ökologischen Zustandes

Der Oberwasserkörper (OWK) „Untere Gera“ ist als erheblich veränderter Wasserkörper eingestuft und damit besteht hier das Ziel, ein gutes ökologisches Potenzial zu erreichen. Obwohl die Durchgängigkeit bereits im Ist-Zustand schon längere Zeit bis zum Standort G02 (seit Ende 2016 auch bis G03) gewährleistet war, zeigten die aktuellen Befischungen in Elxleben und Kühnhausen, die im durchwanderbaren Bereich liegen, nach wie vor ein unbefriedigendes ökologisches Potenzial der Fischfauna. Dies zeigt zum einen, dass die Verbesserung des Zustandes nach Wiederherstellung der Durchgängigkeit offenbar längere Zeiträume benötigt und dass auch weitere Faktoren, wie z. B. die strukturelle Situation des Gewässers eine Rolle spielen. Der Unterlauf ist besonders stark strukturell beeinträchtigt. Die bereits relativ naturnahen Bereiche im Bereich der Apfelstädtmündung und weiter oberhalb sind als Zielgebiete ausgewiesen und sollten daher für die Fischfauna gut zu erreichen sein. Da hier ggfs. die Reproduktion in einem höheren Ausmaß stattfindet als in strukturell degradierten Bereichen, ist es wichtig, dass ausgehend von diesen Gebieten die Verbreitung abwandernder Fische möglich ist. Auch deshalb ist eine ungehinderte Durchgängigkeit von hoher Bedeutung.

Der OWK „Obere Gera“ ist ein natürlicher Wasserkörper, in dem das Ziel in einem guten ökologischen Zustand besteht. Eine aktuelle Befischung im Raum Ichtershausen konnte hier bereits einen guten ökologischen Zustand der Fischfauna feststellen. Offenbar sind in diesem Abschnitt die Bedingungen für eine ausreichende Reproduktion und das Aufwachsen der aktuellen Fischfauna bereits gegeben. Eine Ausbreitung der Fischfauna auch in Bereiche, die den guten ökologischen Zustand noch nicht erreicht haben, ist demnach wünschenswert und nur mit der Durchgängigkeit des Gewässers zu erreichen.

Die Wilde Gera erreicht bereits den guten ökologischen Zustand. . Aktuelle Befischungen aus dem Bereich Gräfenroda belegen dies. . Die fischfaunistische Referenz für diesen OWK besteht nur aus drei Fischarten (zwei Leitarten), die im Gewässer auf weiten Strecken bereits gute Lebensbedingungen vorfinden. Auch hier ist die Durchgängigkeit eine wichtige Voraussetzung, um den Zugang zu den strukturell gut geeigneten Gebieten zu gewähren.

Die Zahme Gera könnte perspektivisch den guten ökologischen Zustand erreichen, , obwohl aktuell im Unter- und Mittellauf die Fischfauna noch in einem mäßigen ökologischen Zustand anzutreffen ist (Befischungen bei Geraberg). Hier sind neben der Wiederherstellung der Durchgängigkeit und strukturellen Maßnahmen lokal auch Maßnahmen zur Verbesserung der chemischen Gewässergüte notwendig. Im naturnahen und durchgängigen Bereich oberhalb Arlesberg ist bereits ein guter fischökologischer Zustand erreicht.

9 Denkmalgeschützte Wehranlagen

Eine Anfrage bei der Unteren Denkmalschutzbehörde des Ilmkreises ergab für die Gera (inkl. Wilde Gera und Zahme Gera) bisher keine geschützten Bauwerke im Zusammenhang mit Querbauwerken (E-Mail der Behörde in Anhang 22). Die Denkmalschutzbehörde der Stadt Erfurt gab insbesondere die mit dem Papierwehr beginnende denkmalgeschützte wassertechnische Anlage „Flutgraben“ mit ihren historisch technischen Bauwerken, wie Wehren, Ufermauern und umgebenden Parkanlagen zu beachten. Dazu gehören auch das Kulturdenkmal „Dreibrunnenbad“ unmittelbar neben dem Papierwehr (G07) sowie das Walzenwehr (G06). Alle baulichen Veränderungen an und in der Umgebung dieser Denkmale bedürfen einer denkmalschutzrechtlichen Erlaubnis. Außerdem gilt es zu beachten, dass nahezu die gesamte Geraue archäologisches Relevanzgebiet ist und sämtliche Eingriffe in den unterirdischen Bauraum damit einer denkmalrechtlichen Erlaubnis bedürfen. Diese Restriktionen sind bei der Herstellung der Durchgängigkeit in diesen Bereichen zu berücksichtigen.

Das Anschreiben der Denkmalschutzbehörde befindet sich in Anhang 22.

10 Zusammenfassung

Das Untersuchungsgebiet der Gera erstreckt sich sowohl auf den Hauptlauf als auch auf die Zuflüsse Wilde Gera und Zahme Gera. Die Gera mit einer Länge von ca. 51 km ist ein rechter Nebenfluss der Unstrut und gehört demnach zum Saale-Elbe-Einzugsgebiet. Die Wilde Gera hat eine Länge von 22 km, die Zahme Gera von ca. 19 km. Bei den Untersuchungen wurden insgesamt 102 Querbauwerke identifiziert, darunter drei Wasserkraftanlagenstandorte. Die Gewässerstruktur in der Gera zeigt sich vor allem im Unterlauf überwiegend stark bis deutlich verändert. Im Mittellauf oberhalb der Einmündung der Apfelstädt bis nach Arnstadt und auch zwischen Arnstadt und Plaue sind noch einige relativ naturnahe Abschnitte zu finden. Diese Bereiche wurden als Zielgebiete ausgewiesen. Die Erreichbarkeit dieser Gebiete durch Wiederherstellung der Durchgängigkeit ist sicherzustellen. Der bisherige Zustand der Fischfauna stellt sich im Unterlauf unbefriedigend dar, bei Ichtershausen wurde bereits ein guter Zustand der Fischfauna erreicht. In den Gewässern Wilde Gera und Zahme Gera befinden sich im Unterlauf und im Oberlauf sehr naturnahe Bereiche. In den Ortschaften ist die Gewässerstruktur beeinträchtigt.

Den Großteil der Querbauwerke in der Gera bilden Abstürze, gefolgt von Wehren und Raugerinnen. 31 Querbauwerke, darunter fast alle Wehre, sind für die Fischfauna gänzlich undurchgängig. In der Gera

ist die Durchgängigkeit ab dem Standort G03 (Wehr Teichmannshof) unterbrochen, so dass eine Einwanderung aus der Unstrut in die untersten 15,9 km stattfinden kann. Die Dichte an Querbauwerken ist im Unterlauf (bis Einmündung Apfelstädt) mit einem Querbauwerk alle 2,9 km deutlich geringer als im Oberlauf der Gera (ein Querbauwerk alle 0,9 km). In der Wilden Gera findet sich alle 0,7 km und in der Zahmen Gera alle 0,6 km ein Querbauwerk. Vor allem in diesen beiden Zuflüssen finden sich häufig Querbauwerke, z. B. kleinere Abstürze, die zumindest für einen Teil der Fischfauna oder für eingeschränkte Zeiträume durchgängig sind. Im Ist-Zustand stellt sich besonders die Durchgängigkeit in den Stadtgebieten von Erfurt und Arnstadt als problematisch dar, da sich hier eine Vielzahl an Querbauwerken befindet.

Der Fischabstieg ist an den Wasserkraftanlagen und an einigen größeren Wehren eingeschränkt und liegt hier bei Überlebensraten zwischen 52 und 97,5 %. Am Standort G22 Wehr Arnstadt (Fürstenbergwehr) befinden sich zwei aktive Wasserkraftanlagen im Mühlgraben.

Der Unterlauf der Gera wurde bis zum Standort G11 (Ichtershausen) als Vorrangbereich mit der höchsten Priorität für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit ausgewiesen. Als Vorrangbereich mit mittlerer Priorität ist der weitere Flusslauf der Gera sowie die Unterläufe von Wilder Gera und Zahmer Gera ausgewiesen. Mittel- und Oberläufe der beiden Zuflüsse Wilde und Zahme Gera sind als Vorrangbereiche Stufe 3 mit einer geringen Priorität für die Herstellung der Durchgängigkeit vorgesehen. Diese Einteilung berücksichtigt auch die möglichst gute Erreichbarkeit so genannter Zielgebiete, die eine gute Struktur und somit gute Bedingungen für die Reproduktion und das Aufwachsen der Fischfauna aufweisen. Ein Zielgebiet befindet sich ab der Apfelstädtmündung bis nach Arnstadt und ein weiteres oberhalb von Arnstadt bis nach Plaue.

Für die Verbesserung der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit wurden 60 Maßnahmen vorgeschlagen. Für fünf Querbauwerke existieren bereits Vorplanungen/Planungen der TLUG. An 44 Standorten sind keine Maßnahmen notwendig, da die Durchgängigkeit bereits ausreichend gegeben ist. 25 Standorte sind zurückzubauen. Weitere Maßnahmen sind Anpassungen an bereits bestehenden Raugerinnen, der Neubau von Raugerinnen mit Beckenstrukturen sowie der Bau von Fischaufstiegsanlagen. In drei Fällen ist eine Einschwimmsperre vorgesehen.

Für neun Maßnahmen wurde eine hohe standörtliche Priorität für die Umsetzung ausgewiesen, 21 Maßnahmen wurden mit einer mittleren standörtlichen Priorität der Umsetzung und 33 mit einer geringen standörtlichen Priorität eingestuft.

Die Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit wurden, je nach Ausführung verschiedener Varianten und Kostenansätze auf etwa 5,1 bis 17,63 Mio € geschätzt. Besonders aufwändig und teuer ist der Bau von großen gewässerbreiten Raugerinnen. Für die Maßnahmen mit einer hohen Priorität (nur im Hauptlauf der Gera) fallen minimal ca. 3,57 bis maximal 13,91 Mio € Kosten an.

Besonders anspruchsvoll bei der Herstellung der Durchgängigkeit sind die Gewässersysteme in Erfurt und Arnstadt. In beiden Städten verzweigt sich die Gera in mehrere Arme, in denen sich jeweils mehrere Querbauwerke befinden. Für eine optimale Durchgängigkeit müssen in Erfurt alle Standorte passierbar gestaltet werden. In der vorliegenden Studie wurden nur die Querbauwerke im Flutgraben detailliert betrachtet, von denen noch drei fischpassierbar umgebaut werden müssen.

In Arnstadt wurde die Durchgängigkeit jeweils einer der beiden Gewässerarme diskutiert. Es wurden hier zwei Varianten (Variante 1: Mühlgraben, Variante 2: Mutterbett) zur Herstellung der

Durchgängigkeit erarbeitet, wovon aus gewässerökologischer Sicht der Weg über das Hauptgewässer/Mutterbett (Variante 2) vorrangig betrachtet werden sollte, da sich damit auch eine höhere Aufstiegsrate (im Vergleich zu Variante 1) erzielen lässt. Für eine effiziente Umsetzung dieser Variante wird eine Konzeptstudie zur technischen Variantenprüfung der Fischaufstiegsanlage am Wehr Arnstadt (Fürstenbergwehr, G22) empfohlen.

Von allen Fischen, die aus der Unstrut in die Gera aufsteigen, könnten nach Umsetzung aller Maßnahmen 36 % den Zusammenfluss von Wilder Gera und Zahmer Gera in Plaue erreichen und 74 % die Zielgebiete im Bereich der Mündung der Apfelstädt. In den Zuflüssen Wilde und Zahme Gera sind vor allem die Unterläufe durch Versickerungen im Karstgebiet geprägt, wodurch die Passierbarkeit natürlicherweise vorübergehend eingeschränkt sein kann.

Für den Fischabstieg wird bereits beim Um- oder Rückbau von Querbauwerken die Beseitigung der Mortalität beim Abstieg über das QBW erreicht. Technische Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen sind nur für die Wasserkraftanlagen notwendig. Dabei handelte es sich meist um eine Verringerung des Stababstandes bei gleichbleibender Rechenfläche und dem Einrichten einer Abstiegsmöglichkeit in Form eines Bypasses. Die hier zu erwartenden Gesamtkosten belaufen sich auf etwa 121.000 - 189.000 €.

Auf die Wirtschaftlichkeit der bestehenden Wasserkraftanlagen haben die ökologischen Maßnahmen unterschiedliche Auswirkungen. An zwei Standorten ist noch ausreichend nutzbares Wasser (bezogen auf MQ) vorhanden, um die ökologisch notwendigen Abflüsse zu garantieren. Hier ergeben sich nur leicht erhöhte Betriebskosten durch erhöhten Wartungsaufwand. Bei Standorten, bei denen dies nicht der Fall ist, wurden Einbußen bis zu 6 % kalkuliert. Bei diesen Kalkulationen werden die Baukosten für die ökologischen Maßnahmen nicht berücksichtigt.

Der Hauptlauf der Gera ist bereits im Ist-Zustand nur zu 9,45 % durch Stau und Ausleitung beeinflusst, wobei Ausleitungs- und Staustrecken jeweils eine ähnlich ausgedehnte Beeinträchtigung darstellen. Einige Ausleitungen, wie die der Mahlgera oder kleinere Wasserabgaben in ehemalige Mühlgräben wurden dabei nicht berücksichtigt, da hier bezogen auf MQ mehr als 50 % des Wassers im Mutterbett verbleiben. Die Barbenregion der Gera wird bereits im Ist-Zustand nicht durch Stau und Ausleitung beeinträchtigt. Die Äschenregion wird zu 12,6 % beeinflusst. In der Wilden Gera und der Zahmen Gera, welche die Forellenregion repräsentieren sind die Beeinträchtigungen durch Stau im Ist-Zustand mit 1,3 % bzw. 0,63 % sehr gering.

An sechs Querbauwerken in der Gera wird durch Rückbau der Stauraum beseitigt. Durch diese Maßnahmen verringert sich der Einfluss von Stau und Ausleitung im Hauptlauf auf 7,45 %. Auch in den beiden Zuläufen ergeben sich nochmals geringfügige Reduktionen durch den Rückbau mehrerer Querbauwerke.

Nach den Auswahlkriterien für mögliche Wasserkraftnutzung verbleiben an der Gera vier Querbauwerke, deren Nutzbarkeit nach § 35 WHG geprüft wurde. Für keinen dieser Standorte kann eine wirtschaftliche Nutzung prognostiziert werden.

Die Herstellung der Durchgängigkeit in der Gera ist eine Voraussetzung für die Erreichung des guten ökologischen Zustandes bzw. des guten ökologischen Potenzials. Die Erreichbarkeit strukturell bereits gut ausgestatteter Bereiche ist für die Fischfauna sehr wichtig. Ausgehend von diesen Zielgebieten, die als Reproduktionshabitate bedeutsam sind, ist eine Verbesserung des fischökologischen Zustandes durch abwandernde Tiere möglich. Auch für deren Verbreitung ist die Durchgängigkeit essentiell.

Maßnahmen für eine Verbesserung der Strukturgüte auch in derzeit stark degradierten Abschnitten sind für die Zielerreichung ebenfalls bedeutsam. Im Bereich um Ichtershausen sowie in den beiden Nebengewässern weist die Fischfauna bereits einen guten Zustand auf.

11 Literatur

- NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ [Hrsg.]: Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Weser- und Emsgebiet 2012, 2014.
- TLU (Thüringer Landesanstalt für Umwelt) [Hrsg.] (1998): Gebiets- und Gewässerkennzahlen (Verzeichnis und Karte). Jena.
- TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie) [Hrsg.] (2015). Die Gera – ein Fluss für Mensch und Fisch, Broschüre der Aktion FLUSS.
- TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie) [Hrsg.] (2011): Modellhafte Erarbeitung einer Gesamtbewertung für die Herstellung der Durchgängigkeit am Beispiel der Ilm „Durchgängigkeitskonzept Ilm“ - Studie im Auftrag der TLUG, erarbeitet vom Ingenieurbüro Floecksmühle.
- TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie) [Hrsg.] (1998). Gebiets- und Gewässerkennzahlen (Verzeichnis und Karte), Jena.
- TMLFUN (Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz) [Hrsg.] (2013): IMPAKT: Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen (https://www.thueringen.de/imperia/md/content/klimaagentur/impakt/impakt_web.pdf)
- TLVWA (Thüringer Landesverwaltungsamt) (2010): Umsetzung Durchführung der Maßnahmen, Herstellung der linearen Durchgängigkeit, Schreiben des TLVWA und Anhänge.
- WAGNER, F. (2014): Erarbeitung von fischfaunistischen Referenzen für alle Thüringer Fließgewässer 2014. Dokumentation und Katalog.

12 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Gewässer des Untersuchungsgebietes	1
Abb. 2: Gewässerstruktur der Gera (Daten TLUG, Stand 2001, Struktur gesamt), Karte erstellt mit Serif DrawPlus X2.....	3
Abb. 3: Fischgewässertypen an der Unteren Gera.....	5
Abb. 4: Fischgewässertypen an der Oberen Gera, der Wilden Gera und der Zahmen Gera	5
Abb. 5: Querbauwerke in Gera, Zahmer Gera und Wilder Gera (n=104))	7
Abb. 6: Vorrangbereiche (Markierung außen) für die Herstellung der Durchgängigkeit sowie Gewässerstruktur (Markierung innen) der Gera	12
Abb. 7: Aufstiegsraten an der Gera im Ist-Zustand.....	13
Abb. 8: Aufstiegsraten an der Zahmen Gera im Ist-Zustand.....	14
Abb. 9: Aufstiegsraten an der Wilden Gera im Ist-Zustand.....	14
Abb. 10: Aufstiegsraten an der Gera im Ist-Zustand, kartografische Darstellung	15
Abb. 11: Überlebensraten beim Fischabstieg an der Gera im Ist-Zustand	16
Abb. 12: Überlebensraten beim Fischabstieg an der Gera im Ist-Zustand, kartografische Darstellung..	17
Abb. 13: Erforderliche Maßnahmen zum Fischaufstieg in der Gera	18
Abb. 14: Priorisierung der Maßnahmen an der Gera.....	22
Abb. 15: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Gera (Hauptfluss)	23
Abb. 16: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Zahmen Gera	23
Abb. 17: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Wilden Gera	23
Abb. 18: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Gera (Hauptlauf, getrennt nach Prioritätsstufen).....	24
Abb. 19: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Zahmen Gera (getrennt nach Prioritätsstufen).....	24
Abb. 20: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Wilden Gera (getrennt nach Prioritätsstufen)	24
Abb. 21: Aufstiegsraten und Erreichbarkeitsraten für den Fischaufstieg im Planzustand im Hauptlauf der Gera. Die Farben der einzelnen Balken verdeutlichen die Priorität der Maßnahme (rot: Priorität 1, gelb: Priorität 2, grün: Priorität 3, blau: keine Priorität/bereits durchgängig) Erreichbarkeitsrate für das Gera-System in Erfurt und Arnstadt vereinfacht dargestellt (Arnstadt: Darstellung Var. 2 mit Wiederherstellung der Durchgängigkeit im Mutterbett, siehe Kap. 4.3.2).....	25
Abb. 22: Aufstiegsraten an der Gera im Plan-Zustand, kartografische Darstellung	26
Abb. 23: Überlebensraten beim Fischabstieg an der Gera (Hauptlauf) im Plan-Zustand	28
Abb. 24: Verlauf der Gera durch das Stadtgebiet Erfurt mit Querbauwerks-Standorten (gelbe Markierungen).....	29
Abb. 25: Standorte und Durchgängigkeit des Gera-Systems in Erfurt im Ist-Zustand	31
Abb. 26: Standorte und Durchgängigkeit des Gera-Systems in Erfurt im Plan-Zustand	33
Abb. 27: Standorte und Durchgängigkeit des Gera-Systems in Arnstadt im Ist-Zustand	35
Abb. 28: Standorte und Durchgängigkeit des Gera-Systems in Arnstadt im Plan-Zustand für beide Varianten (Legende siehe Abb. 27)	38
Abb. 29: Länge der beeinflussten und unbeeinflussten Gewässerstrecken oberhalb der jeweiligen Standorte bis zum nächsten Querbauwerk an der Gera (Hauptfluss) im Ist-Zustand	42
Abb. 30: Anteil der beeinflussten und unbeeinflussten Gewässerstrecken oberhalb der jeweiligen Standorte bis zum nächsten Querbauwerk an der Gera (Hauptfluss) im Ist-Zustand	42

13 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Verzeichnis der Fischgewässertypen, Leitarten sowie der aktuellen Befischungsergebnisse an der Gera.....	6
Tab. 2: Untersuchte Querbauwerke in der Gera, Zahmen Gera und Wilden Gera.....	8
Tab. 3: Stammdaten der Pegel an der Gera (Quellen: GKI: Gewässerkundliches Jahrbuch).....	11
Tab. 4: Notwendige Mindestwassermengen an Ausleitungsstrecken in der Gera	21
Tab. 5: Querbauwerke und Aufstiegsraten für das Gera-Gewässersystem in Erfurt im Ist-Zustand.....	30
Tab. 6: Querbauwerke und Aufstiegsraten für das Gera-Gewässersystem in Erfurt im Plan-Zustand....	32
Tab. 7: Querbauwerke und Aufstiegsraten für das Gera-Gewässersystem in Arnstadt im Ist-Zustand .	34
Tab. 8: Querbauwerke und Aufstiegsraten für das Gera-Gewässersystem in Arnstadt im Plan-Zustand, Variante 1	36
Tab. 9: Querbauwerke und Aufstiegsraten für das Gera-Gewässersystem in Arnstadt im Plan-Zustand, Variante 2	37
Tab. 10: Querbauwerke und Aufstiegsraten für das Gera-Gewässersystem in Arnstadt im Plan-Zustand, Variante 2 mit Einschwimmsperre	38
Tab. 11: Basisdaten der bestehenden WKA an der Gera (Volllaststunden gerundet nach 50Hertz)	40

Gesamtbewertung für die Herstellung der Durchgängigkeit an Gera, Apfelstädt und Ohra

Teil 3: Ergebnisbericht Apfelstädt



Juli 2017

Gesamtbewertung für die Herstellung der Durchgängigkeit an Gera, Apfelstädt und Ohra

„Durchgängigkeitskonzept Gera, Apfelstädt, Ohra“

Teil 3: Ergebnisbericht Apfelstädt

Auftraggeber Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
Göschwitzer Str. 41
07745 Jena

Auftragnehmer Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und
Ökologie GmbH
Hydrolabor Schleusingen
Themarer Str. 16 c
98553 Schleusingen

Bearbeiter Dipl.-Uwi. Manuela Reuter
Dipl.-Biol. Maria Schmalz

Schleusingen, Juli 2017

Inhalt

1	Veranlassung und Aufgabenstellung.....	1
2	Grundlegende Angaben zur Apfelstädt.....	2
2.1	Gewässerstruktur	2
2.2	Fischfauna.....	4
3	Erfassung und Bewertung des Ist-Zustandes	4
3.1	Vorhandene Querbauwerke.....	4
3.2	Hydrologische Grundlagen	7
3.3	Festlegung der prioritären Bereiche	7
3.4	Ist-Zustand der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit	8
3.5	Ist-Zustand der flussabwärts gerichteten Durchgängigkeit	10
4	Planung und Bewertung von Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit	11
4.1	Fischaufstieg.....	11
4.1.1	Ableitung erforderlicher Maßnahmen	11
4.1.2	Festlegung von Abflüssen für Fischaufstiegsanlagen und Mindestwasserstrecken	12
4.1.3	Priorisierung der Maßnahmen	14
4.1.4	Kostenschätzung für die Maßnahmen zum Fischaufstieg.....	15
4.1.5	Bewertung des Plan-Zustandes	16
4.2	Fischabstieg	17
4.2.1	Planung von Maßnahmen	17
4.2.2	Festlegen von Abflüssen für Fischabstiegsanlagen	18
4.2.3	Kostenschätzung für die Maßnahmen	18
4.2.4	Bewertung des Plan-Zustandes	18
5	Auswirkungen der ökologischen Maßnahmen auf die Wirtschaftlichkeit von WKA	19
6	Beeinträchtigungen durch Stauräume und Ausleitungen.....	20
6.1	Beeinflussung im Ist-Zustand	20
6.2	Beeinflussung im Plan-Zustand	21
7	Prüfung der Nutzbarkeit von Querbauwerken nach § 35 WHG.....	22
8	Erreichen des guten ökologischen Zustandes	23
9	Denkmalgeschützte Wehranlagen	23
10	Zusammenfassung.....	23
11	Literatur	26
12	Abbildungsverzeichnis.....	27
13	Tabellenverzeichnis	27

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Veranlassung und Aufgabenstellung wurde in der Leistungsbeschreibung zum Durchgängigkeitskonzept ausführlich dargelegt und im Erläuterungsbericht zur Methodik aufgeführt. In den hier vorliegenden Ergebnisberichten werden die Ergebnisse getrennt nach Gewässern dargestellt. Für die jeweils angewandte Methodik wird auf den entsprechenden Berichtsteil verwiesen.

Der vorliegende Bericht beschäftigt sich mit den Ergebnissen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit in der Apfelstädt.

Aus Abb. 1 ist die Lage der Apfelstädt im Verhältnis zu den anderen Gewässern des Untersuchungsgebietes ersichtlich.

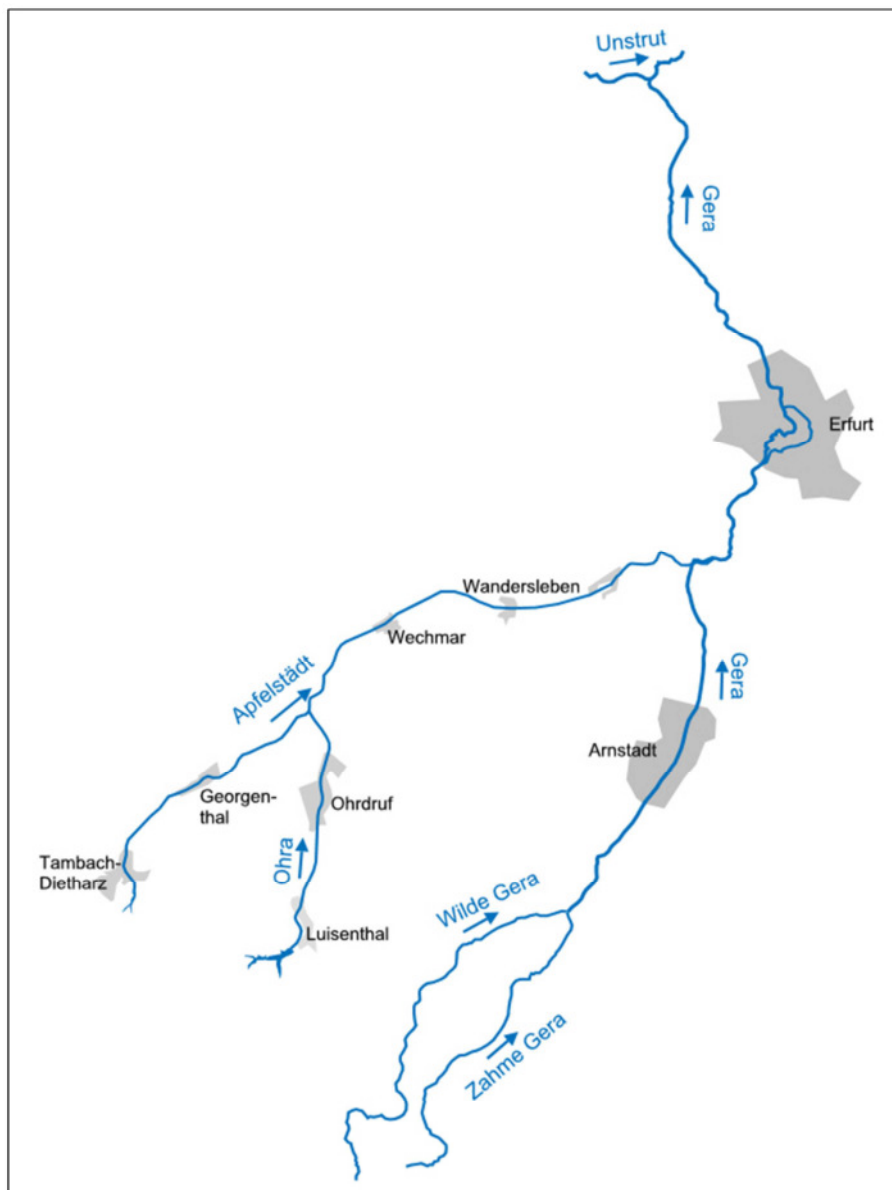


Abb. 1: Lage der Gewässer des Untersuchungsgebietes

2 Grundlegende Angaben zur Apfelstädt

Die Apfelstädt ist ein linker Nebenfluss der Gera mit einer Länge von ca. 34 km und einem Einzugsgebiet von 372,2 km². Der Fluss gehört zum Einzugsgebiet der Elbe. Die Quelle befindet sich auf einer Höhe von 728 mNN unterhalb des Rennsteiges südwestlich von Tambach-Dietharz. Oberhalb der Ortschaft wird die Apfelstädt durch die 1906 fertig gestellte Talsperre Tambach-Dietharz gestaut. Diese Sperre ist das erste größere Bauwerk, welches einen Einfluss auf das Gewässer hat. Sie wurde zum Zweck der Trinkwasserversorgung von Gotha errichtet. Auch der Zufluss Schmalwasser, welcher in Tambach-Dietharz in die Apfelstädt mündet, wird durch eine Talsperre geregelt (Talsperre Schmalwasser). Unterhalb der Talsperre Tambach-Dietharz wird die Apfelstädt als Gewässer 1. Ordnung geführt. Sie mündet bei Ingersleben in die Gera (alle Angaben aus TMUL 1992 und ULBRICHT 1957). Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung bis zur Talsperre.

Als Zuflüsse zur Apfelstädt werden die Spitter, die Roth, das Schmalwasser, der Weidbach sowie die Ohra genannt. Letztere ist der größte Zufluss und mündet unterhalb Ohrdruf rechtsseitig in die Apfelstädt (siehe auch Ergebnisbericht Ohra).

Als Besonderheit ist das Teilerwehr in Georgenthal (A15) zu erwähnen, welches den Flößgraben von der Apfelstädt abzweigt. Das hier entnommene Wasser wird dem Fluss nicht wieder zugeführt, sondern dem Hörsel-Werra-System zugeleitet und somit dem Einzugsgebiet der Weser. Dabei wird die Wasserscheide zwischen den Einzugsgebieten der Elbe und der Weser überwunden.

Nach Angaben aus HÄHNLEIN et al. (2002) existierten bis zum 20. Jahrhundert bis zu 56 Mühlen entlang des Apfelstädt-Verlaufes.

2.1 Gewässerstruktur

Die Apfelstädt weist vor allem im Mittellauf noch relativ viele naturnahe Bereiche auf. Auch im Mündungsbereich ist die Gewässerstruktur mit Güteklasse 3 (mäßig verändert) als relativ gut zu bezeichnen. Der Unterlauf ist von einer deutlich bis stark veränderten Struktur gekennzeichnet. Im Oberlauf, vor allem in den Ortschaften Georgenthal und Tambach-Dietharz sind ebenfalls stark veränderte Abschnitte zu finden (Abb. 2, Kartografie nach Strukturgütekarten aus http://www.thueringen.de/th8/tlug/umweltthemen/umwelt_und_raum/index.aspx).

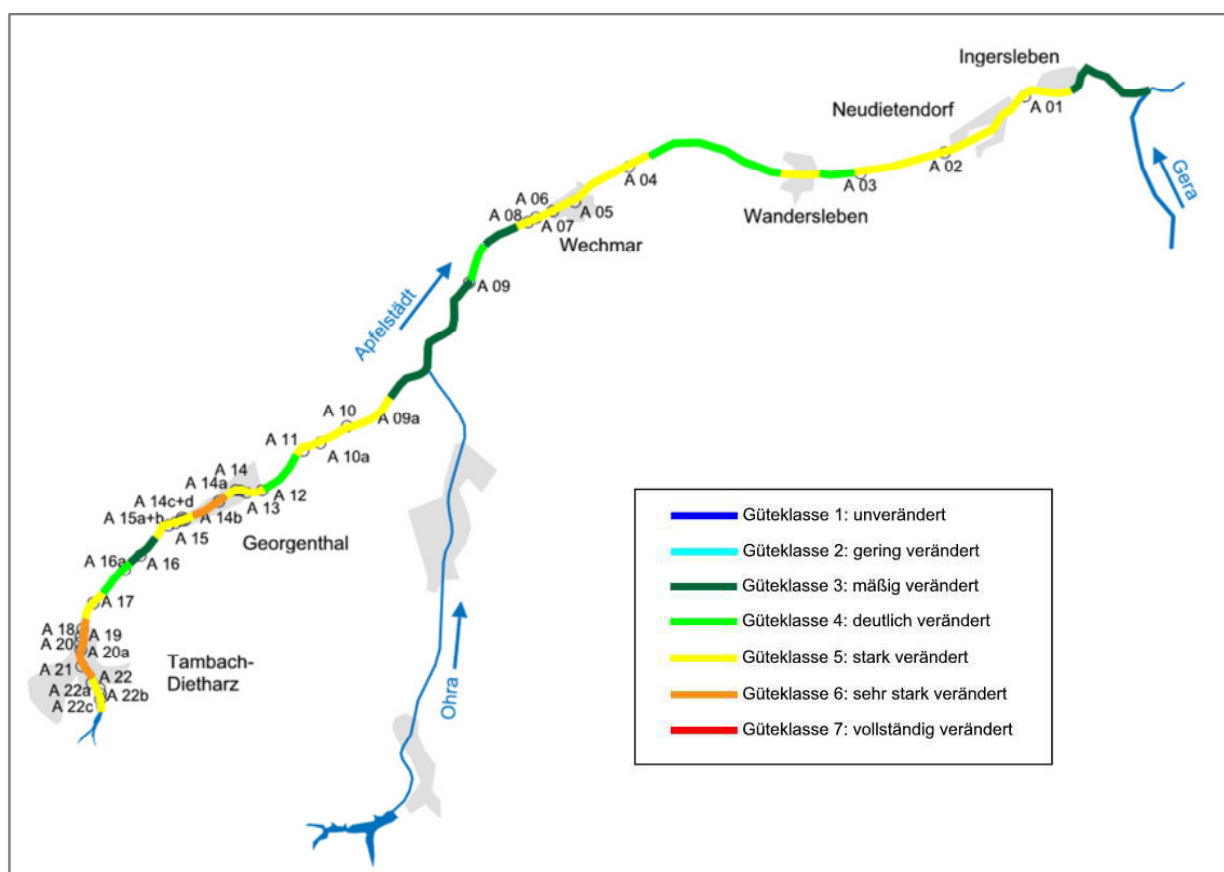


Abb. 2: Gewässerstruktur der Apfelstädt (Daten TLUG, Stand 2001, Struktur gesamt), Karte erstellt mit Serif DrawPlus X2

Die Apfelstädt wurde in den geltenden Gewässerrahmenplänen für die Oberflächenwasserkörper (OWK) „Untere Apfelstädt“ und „Apfelstädt-Ohra“ als Schwerpunktgewässer für die Durchgängigkeit ausgewiesen

(<http://antares.thueringen.de/cadenza/pages/selector/index.xhtml?jsessionId=74DA65D14BF6BAE388BDD5F860513A6>).

Nach dem THÜRINGER LANDESPROGRAMM Gewässerschutz 2016-2021 [TMUEN, 2016] ist die Fischfauna in den beiden betreffenden Wasserkörpern die Biokomponente, die den Zustand prägt: So ist der ökologische Zustand der Fischfauna im OWK „Untere Apfelstädt“ als ökologisch „mäßig“ eingestuft, im oberhalb liegenden Wasserkörper „Apfelstädt/Ohra“ sogar als ökologisch unbefriedigend zu bewerten. Die im Gewässerrahmenplan genannten Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit wurden im Rahmen des vorliegenden Projektes berücksichtigt und konkretisiert.

Der OWK „Apfelstädt-Ohra“ wird neben der Durchgängigkeit auch als Schwerpunktgewässer Struktur ausgewiesen. Für die Apfelstädt werden in diesem Rahmenplan neun Maßnahmen für die Herstellung der Durchgängigkeit, zwei Maßnahmen zum Initiieren/Zulassen einer eigendynamischen Gewässerentwicklung sowie vier Maßnahmen zur Vitalisierung des Gewässers innerhalb des vorhandenen Profils vorgeschlagen. Auch hier wurden die Vorschläge zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit im vorliegenden Konzept berücksichtigt und konkretisiert.

2.2 Fischfauna

Die Apfelstädt lässt sich in zwei Fischgewässertypen zuordnen (WAGNER 2014).

Der Oberlauf der Apfelstädt wie auch die gesamte Ohra zählt zur Forellenregion (Metarhithral der grobmaterialreichen, silikatischen Mittelgebirgsbäche). Anhand des tatsächlichen Fischbestands im Wasserkörper ist der ökologische Zustand als nur „unbefriedigend“ zu bewerten. Derzeit wird recherchiert, inwieweit die Referenzzönose auf Grund der Höhenlage und der niedrigen sommerlichen Wassertemperaturen anzupassen wäre. Hierdurch würden sich die idealisierten Häufigkeiten der Leitarten Groppe, Bachforelle und Bachneunauge etwas verschieben. Die Bewertung bliebe aber nur „mäßig“ und damit weiterhin defizitär.

Der Mittel- und Unterlauf der Apfelstädt ab der Einmündung der Ohra gehört zur Äschenregion (Hyporhithral, karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse). Häufig vorkommende Leitarten sind Äsche, Bachforelle, Groppe und Bachneunauge. Bei Groppe und Bachneunauge handelt es sich um besonders geschützte FFH-Arten (Anhang II).

Inwieweit der Einfluss des sommerlich kalten Wassers sich auch auf den Mittellauf auswirkt, bleibt zu prüfen.

3 Erfassung und Bewertung des Ist-Zustandes

3.1 Vorhandene Querbauwerke

In der Apfelstädt wurden insgesamt 39 Querbauwerke erfasst und bewertet, darunter 13 neu identifizierte Bauwerke (Tab. 2).

Achtung: Erst nach Beendigung des Projektes und Erstellung aller Unterlagen wurde im April 2017 ein weiteres Querbauwerk gemeldet, welches mit A08a (Wehr Ausleitung Speicher Wechmar) benannt wurde. Dieser Standort wird in den folgenden Ausführungen nicht mit aufgeführt und ist auch nicht in den Tabellen der Anhänge sowie in den kartografischen Darstellungen enthalten. Ausgenommen hiervon ist nur das Kapitel über Mindestwassermengen, da es sich um einen Ausleitungsstandort handelt. Für den Standort wurde ein Datenerfassungsblatt und ein Steckbrief angefertigt, der in den entsprechenden Anhängen zu finden ist.

Die Nummerierung der einzelnen Querbauwerke wurde vom Wehrkataster der TLUG (Ersterfassung 2005) übernommen und bei neu erfassten Standorten durch Buchstaben ergänzt. Sie beginnt an der Mündung mit 01 (A01 - A22c für die Apfelstädt). Der Übersichtlichkeit halber wurde teilweise eine genauere Betitelung vorgenommen. Als Standort wird jeweils das Querbauwerk inklusive aller Ausleitungen mit evtl. vorhandenen Wasserkraftanlagen (WKA) sowie des Stauraumes bezeichnet. Nicht immer sind alle Komponenten an einem Standort vorhanden.

Der Hauptteil der Querbauwerke sind Sohlenstufen bzw. Abstürze (13 Standorte). Ebenfalls häufig kamen Wehre (9 Standorte) und Raugerinne (11 Standorte) vor. Es gibt zwei natürliche Abstürze sowie wenige Pegel und Grundschwellen (Abb. 3). Die einzelnen Querbauwerke sind als Standorte in den Steckbriefen in Anhang 4-A (=Anhang 4, die Apfelstädt betreffend) detailliert vorgestellt.

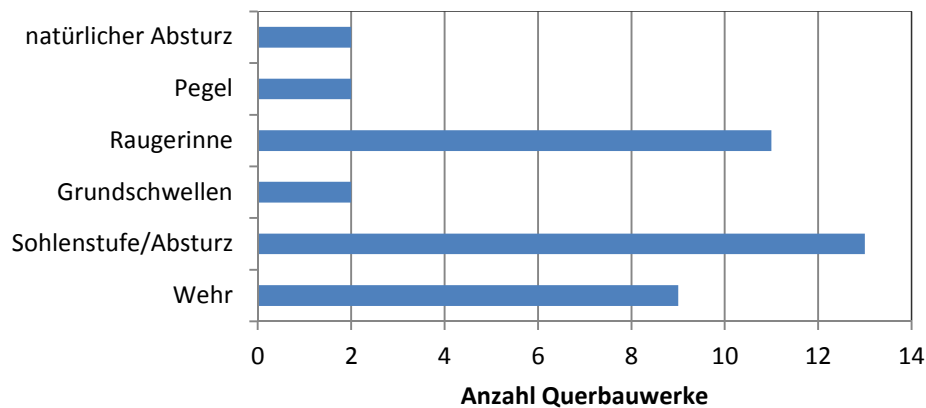


Abb. 3: Querbauwerke in der Apfelstädt (nur QBW im Hauptlauf, n=35)

In der Apfelstädt werden derzeit fünf Wasserkraftanlagen betrieben, die sich auf drei Querbauwerksstandorte verteilen. Es handelt sich dabei um zwei Anlagen in Ingersleben, die beide am Mühlgraben ausgehend vom Wehr Neudietendorf (A01) betrieben werden. Am Standort Wehr Herrenhof (A11) wird sowohl eine Wasserkraftanlage am Mühlgraben betrieben als auch eine Restwasserschnecke direkt am Wehr. Die am weitesten flussauf gelegene Wasserkraftanlage befindet sich am Mühlgraben ausgehend vom Wehr Lohmühle (A17).

Insgesamt wird an sechs Querbauwerken Wasser ausgeleitet, davon dreimal für die aktuelle Nutzung der Wasserkraft, einmal für die Speisung des Flößgrabens und zweimal erfolgt nur eine geringfügige Ausleitung in kleine Gräben.

Im Unterlauf der Apfelstädt (bis zur Einmündung der Ohra, ca. 21,5 km) ist die Dichte an Querbauwerken mit durchschnittlich einem Bauwerk alle 2,4 km deutlich geringer als im Oberlauf (bis Talsperre Tambach-Dietharz, ca. 13,25 km), wo sich durchschnittlich alle 0,53 km ein Querbauwerk befindet. Die Ortschaften Georgenthal und Tambach-Dietharz sind überdurchschnittlich dicht verbaut.

Die Begehungen der Apfelstädt erfolgten zwischen dem 07.05. und dem 27.10.2015.

Tab. 1: Untersuchte Querbauwerke in der Apfelstädt

Kurzbezeichnung	Bezeichnung	WKA Standort	Wanderweg	Ausleitung nein=0, ja=1
A 01	Wehr Neudietendorf	ja	WKA, Mühlgraben	1
A 01	Wehr Neudietendorf	ja	Wehr, keine FAA	1
A 02	Sohlenstufen Bahnbrücke Apfelstädt	nein	Raugerinne	0
A 03	Wehr Apfelstädt	nein	Mühlgraben	1
A 03	Wehr Apfelstädt	nein	Wehr, mit Beckenpass	1
A 04	Sohlenstufen ehem. Erfurter Wehr Wechmar	nein	Raugerinne	0
A 05	Sohlenstufen untere Sohlenrampe Wechmar	nein	Raugerinne	0
A 06	Sohlenstufen obere Sohlengleite Wechmar	nein	Raugerinne	0
A 07	Sohlenstufen unter BAB A 4 Brücke Wechmar	nein	Raugerinne	0
A 08	Sohlenstufen oh. BAB A 4 Brücke Wechmar	nein	glatte Rampe, keine FAA	0
A 09	Sohlenstufen Schwabhausen	nein	Wehrschwelle, keine FAA	1
A 09a	Grundschwelle Brücke Hohenkirchen	nein	Grundschwelle	0
A 10	Wehr Hohenkirchen	nein	Mühlgraben	1
A 10	Wehr Hohenkirchen	nein	Wehr, keine FAA	1
A 10a	Absturz Herrenhof uh. Brücke Hauptstraße	nein	Raugerinne	0
A 11	WKA Herrenhof	ja	WKA, Mühlgraben	1
A 11	WKA Herrenhof	ja	WKA, Wehr mit Schlitzpass	1
A 12	Sohlenstufen Bahnbrücke Georgenthal	nein	Absturz, keine FAA	0
A 13	Sohlenstufen Radwegbrücke Georgenthal	nein	Raugerinne	0
A 14	Sohlenstufen Georgenthal	nein	Raugerinne	0
A 14a	Pegel Georgenthal	nein	Raugerinne	0
A 14b	natürl. Abstürze am Kurpark Georgenthal	nein	Raugerinne/natürliche Abstürze	0
A14c-A15	Teiler-Wehr+Absturz+Treppe Georgenthal	nein	Flößgrabensystem mit Absturz A14c	1
A14c-A15	Teiler-Wehr+Absturz+Treppe Georgenthal	nein	Wehr, natürlicher Absturz, k. FAA	1
A 15a	Absturz Brückenlager oh. Teiler-Wehr	nein	Brückenpflaster mit Absturz, k. FAA	0
A 15b	Absturz oh. Brücke Georgenthal	nein	Absturz, keine FAA	0
A 16	Sst. ehem Wehr Schlöffelsmühle Georgenthal	nein	Raugerinne	0
A 16a	Absturz uh. Lohmühle	nein	Absturz, keine FAA	0
A 17	WKA Lohmühle	ja	WKA, Mühlgraben	1
A 17	WKA Lohmühle	ja	Wehr, keine FAA	1
A 18	Sohlenst. ehem. Wehr Vieweg (Wildgehege)	nein	Absturz, keine FAA	0
A 19	Sohlengleite hinter Jahn GmbH	nein	Raugerinne	0
A 20	Absturz hinter Jahn GmbH	nein	Absturz, keine FAA	0
A 20a	Grundschwelle Geiger Automotive	nein	Grundschwelle	0
A 21	Wehr Tambach-Dietharz	nein	Wehr, keine FAA	0
A 22	Sohlenstufen beim Sägewerk Tamb.-Dietharz	nein	Absturz, keine FAA	0
A 22a	Absturz oh. Sägewerk Tambach-Dietharz	nein	Absturz, keine FAA	0
A 22b	alter Abgabepegel	nein	Absturztreppe, keine FAA	0
A 22c	Abgabepegel uh. TS	nein	Wehr, keine FAA	0

3.2 Hydrologische Grundlagen

Die Hydrologie wird in der Apfelstädt durch drei Pegel erfasst, die in Tab. 2 aufgeführt sind.

Tab. 2: Stammdaten der Pegel an der Apfelstädt (Quellen: GKI: Gewässerkundliches Jahrbuch, TLUG: <http://www.tlug-jena.de/hw/index.html>)

Gewässer	Standort	Fluss- km	Einzugs- gebiet	MQ	MNQ	Q ₃₀	Q ₃₃₀	Quelle
		l [km]	AE [km ²]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	
Apfelstädt	Ingersleben	0,7	371,4	2,23	0,203	0,25	5,57	TLUG
Apfelstädt	Georgenthal 1	27,5	81,0	1,13	0,065	0,06	2,88	TLUG
Apfelstädt	Tambach-Dietharz 1	35,2	12,1	0,302	0,029	0,05	0,750	GKI 2009

Die Hydrologie der einzelnen Querbauwerke befindet sich in Anhang 1-A. Die Werte der einzelnen Querbauwerksstandorte wurden aus den bekannten Einzugsgebieten und den Kenndaten der benachbarten Pegel berechnet. Die berechneten Werte sind keine amtlichen Angaben und nicht für statistische Zwecke geeignet.

Die Apfelstädt kann als ein relativ abflussschwaches Gewässer mit ausgeprägten Niedrigwasserphasen charakterisiert werden. Die Ableitung des Flößgrabens (bei A15) entzieht dem Gewässer ab Georgenthal bei MQ eine maximale Ausleitungsmenge von 0,4 m³/s. Dieses Wasser steht der Apfelstädt nicht mehr zur Verfügung.

3.3 Festlegung der prioritären Bereiche

In der Apfelstädt befinden sich vor allem oberhalb von Wechmar sowie oberhalb von Georgenthal strukturell gut ausgestattete Bereiche. Diese wurden vereinfachend als Zielgebiete mit guter Lebensraumqualität ausgewählt, welche für wandernde Fische möglichst gut erreichbar sein sollten und wo der gute ökologische Zustand der Fischfauna am ehesten erreichbar scheint. Dem Zielgebiet oberhalb von Wechmar wird auch der untere Bereich der Ohra mit zugerechnet (bis OH02, siehe Ergebnisbericht Ohra). Daher wurde die Apfelstädt von der Mündung bis zum Standort A10 (Wehr Hohenkirchen) als Vorrangbereich 1 mit einer hohen Priorität für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit gekennzeichnet. In diesem Bereich sollen nicht nur die lokalen Populationen, sondern auch aus der Gera aufsteigende Fische ungehinderte Migrationsmöglichkeiten vorfinden. Aufgrund der etwas geringeren Querbauwerksdichte ist zudem die Chance auf eine zeitnahe Verwirklichung dieses Ziels vergleichsweise hoch. Das Gebiet oberhalb von Wechmar bis Hohenkirchen wird deshalb als wichtigstes Zielgebiet für die Apfelstädt definiert. Das Zielgebiet oberhalb von Georgenthal (A15a+b bis A17) ist räumlich weniger ausgedehnt und vor allem für die umliegenden Gewässerbereiche wichtig (die Erreichbarkeit aus weit flussab gelegenen Bereichen ist durch den hohen Zerschneidungsgrad um Georgenthal schwierig). Der Bereich zwischen den Standorten A10 (Wehr Hohenkirchen) und A17 (Wehr Lohmühle) wurde daher als Vorrangbereich 2 mit einer mittleren Priorität für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit ausgewiesen (siehe Erläuterungsbericht - Methoden Kap. 8). Oberhalb A17 ist das Gewässer strukturell stark degradiert, sehr stark verbaut und bietet kaum noch geeigneten Lebensraum. Daher wurde dem Flusslauf von hier bis zur Talsperre Tambach-Dietharz der Vorrangbereich 3 (geringe Priorität für die Herstellung der Durchgängigkeit) zugewiesen. Die Bereiche werden in Abb. 4 veranschaulicht.

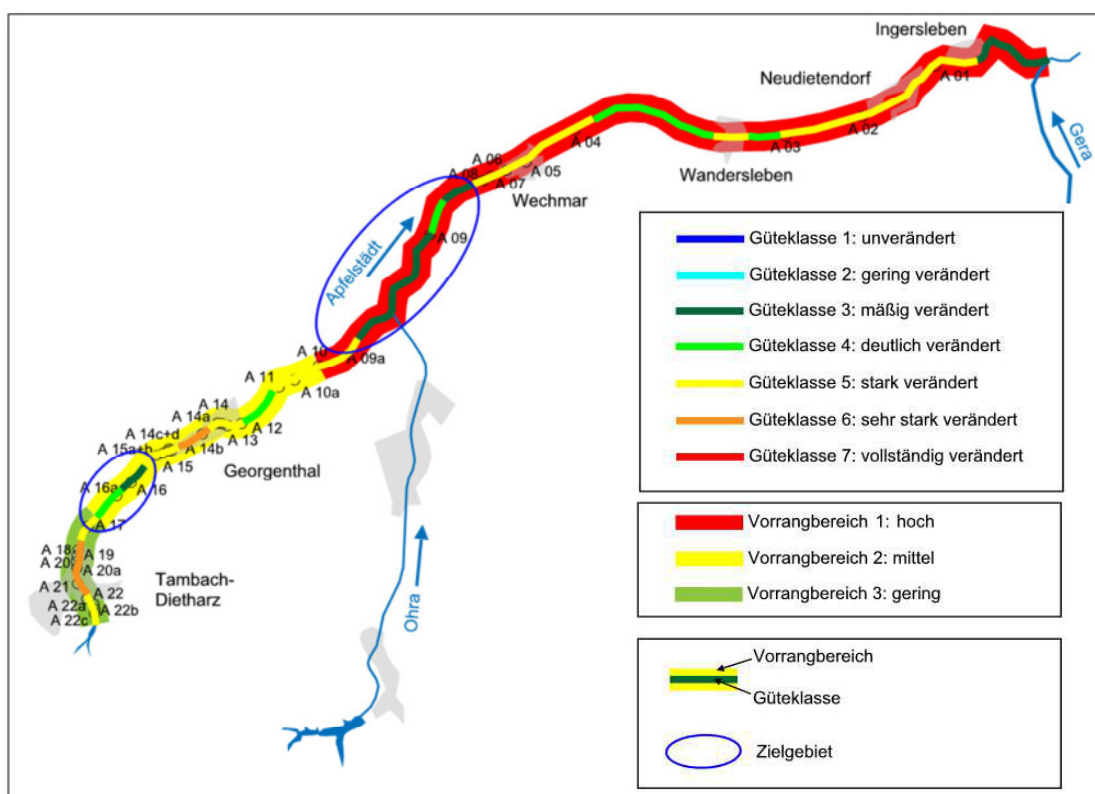


Abb. 4: Vorrangbereiche (Markierung außen) für die Herstellung der Durchgängigkeit sowie Strukturgüte (Markierung innen) der Apfelstädt

3.4 Ist-Zustand der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit

In der Apfelstädt wurden insgesamt 39 Querbauwerke hinsichtlich ihrer Passierbarkeit für Fische bewertet, davon 35, die sich direkt im Hauptgewässer befinden. Die Ergebnisse der Bewertung finden sich in Anhang 6-A.

Im Ist-Zustand sind acht Querbauwerke gänzlich undurchgängig für die Fischfauna. Darunter fallen bis auf den Standort Wehr Herrenhof (A10) alle Wehre. Bereits das erste Querbauwerk in der Apfelstädt (A01, Wehr Neudietendorf) ist nicht passierbar, so dass eine Einwanderung aus der Gera nur in die unteren 3,6 km stattfinden kann. Nur an der WKA Herrenhof (A11) existiert eine funktionstüchtige Fischaufstiegsanlage in Form eines Schlitzpasses. Viele der Querbauwerke sind zumindest mäßig passierbar. Dabei handelt es sich meist um kleinere Abstürze, die von schwimmstarken Arten oder bei höheren Wasserständen überwunden werden können. Die vorhandenen Raugerinne entsprechen häufig nicht den aktuellen Anforderungen, so dass es auch hier zu Defiziten kommt. Abb. 5 zeigt die Aufstiegsraten im Ist-Zustand an den einzelnen Querbauwerken.

Ein bisher nur schwer passierbarer Standort (A02 - Sohlenstufen Bahnbrücke Apfelstädt) wurde 2016 bereits umgebaut, in der vorliegenden Studie aber noch wie 2015 aufgenommen bewertet.

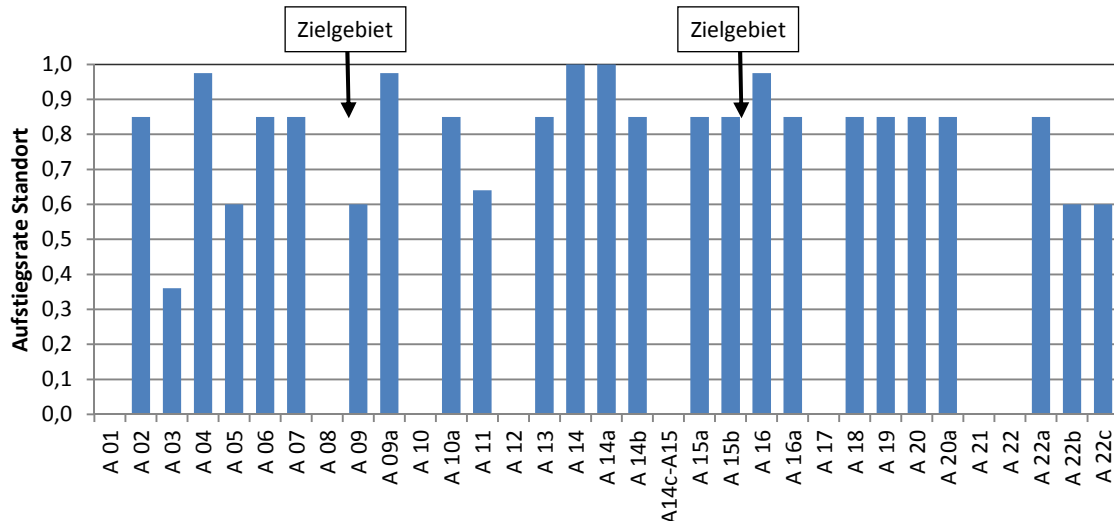


Abb. 5: Aufstiegsraten an der Apfelstädt im Ist-Zustand (kein Balken sichtbar: Aufstiegsrate=0)

Auf die Darstellung von Erreichbarkeitsraten der Zielgebiete wurde im Ist-Zustand verzichtet, da die Passierbarkeit bereits kurz oberhalb der Mündung nicht mehr gegeben ist.

Wie Abb. 6 zeigt, gibt es dennoch bereits im Ist-Zustand größere Bereiche, die zumindest in bestimmtem Maße durchgängig sind. Dazu zählt der Abschnitt zwischen A01 und A08 mit einer Länge von ca. 12,8 km, in dem zwar nicht immer eine optimale Durchgängigkeit herrscht, aber zumindest ein Teil der Populationen eine eingeschränkte Migrationsmöglichkeit vorfindet. Auch der Bereich zwischen A08 und A10 mit einer Länge von 7,5 km ist eingeschränkt passierbar und bietet zudem eine gute strukturelle Ausstattung. Im Oberlauf sind ebenfalls Bereiche mit zumindest eingeschränkter Durchgängigkeit vorhanden, allerdings sind die Abschnitte hier deutlich kürzer.

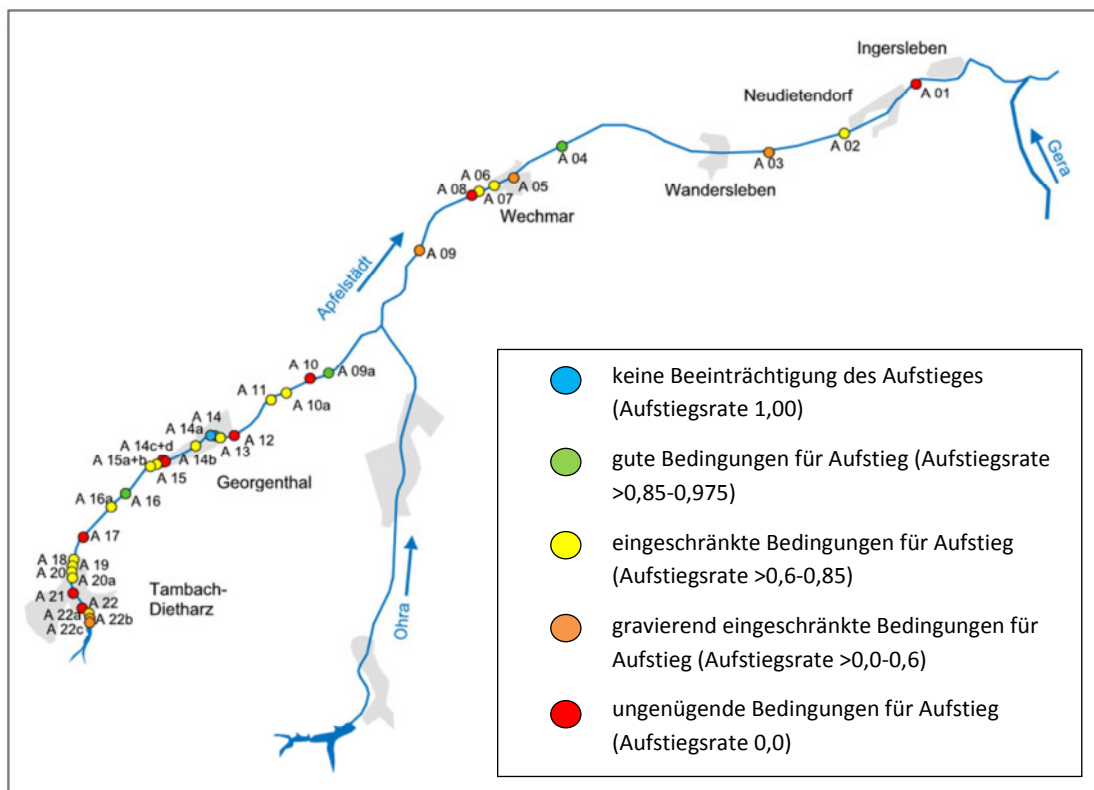


Abb. 6: Aufstiegsraten an der Apfelstädt im Ist-Zustand, kartografische Darstellung

3.5 Ist-Zustand der flussabwärts gerichteten Durchgängigkeit

Der Fischabstieg ist im System der Apfelstädt überwiegend gut gewährleistet (Abb. 7, Abb. 8). Die fünf Wasserkraftanlagen des Systems weisen Überlebensraten von 0,65 (A01) bis 0,76 (A11) auf. Bei A01 befinden sich zwei WKA-Standorte hintereinander im Mühlgraben, so dass hier Kumulationseffekte zu berücksichtigen sind. Beim Standort A11 befindet sich sowohl am Wehr als auch im Mühlgraben eine aktive Wasserkraftanlage, so dass hier ebenfalls additive Effekte auftreten. Das Querbauwerk mit der geringsten Überlebensrate (0,611) ist das Teilerwehr in Georgenthal (A15). Dieser Effekt wird jedoch nicht durch eine Mortalität aufgrund gefährlicher Bauwerke hervorgerufen, sondern durch die Ausleitung des Wassers in das Flößgrabensystem. Absteigende Fische, die diesen Weg wählen, gehen den Apfelstädt-Fischpopulationen dauerhaft verloren (siehe auch den entsprechenden Steckbrief A14c-15 in Anhang 4-A). Bei der überwiegenden Zahl an Querbauwerken ist der Fischabstieg jedoch weitgehend unproblematisch möglich.

Wie in Kap. 6.3.11 des Methodenteiles erläutert, wurde beim Fischabstieg auf kumulative Berechnungen verzichtet.

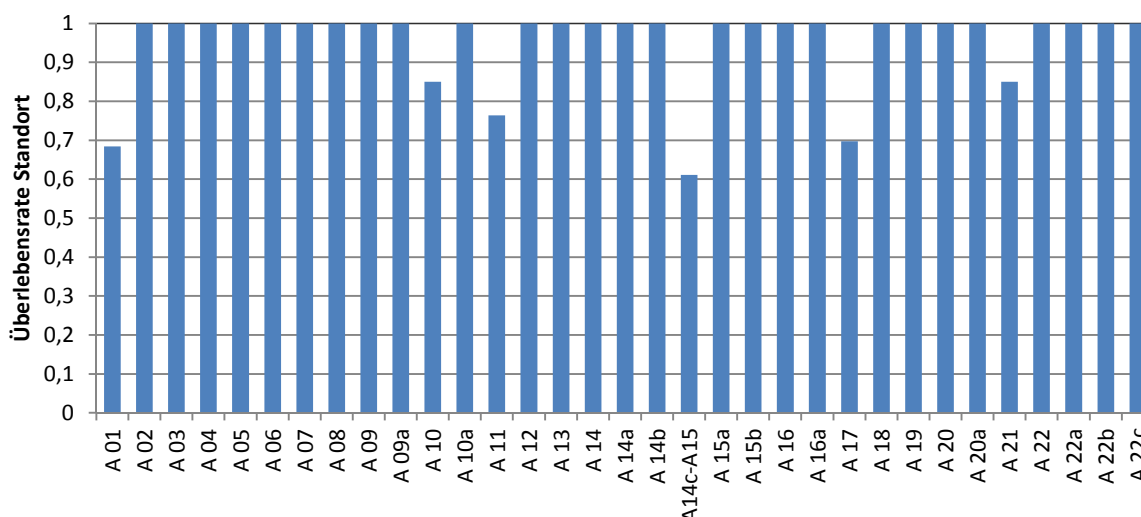


Abb. 7: Überlebensraten beim Fischabstieg an der Apfelstädt im Ist-Zustand

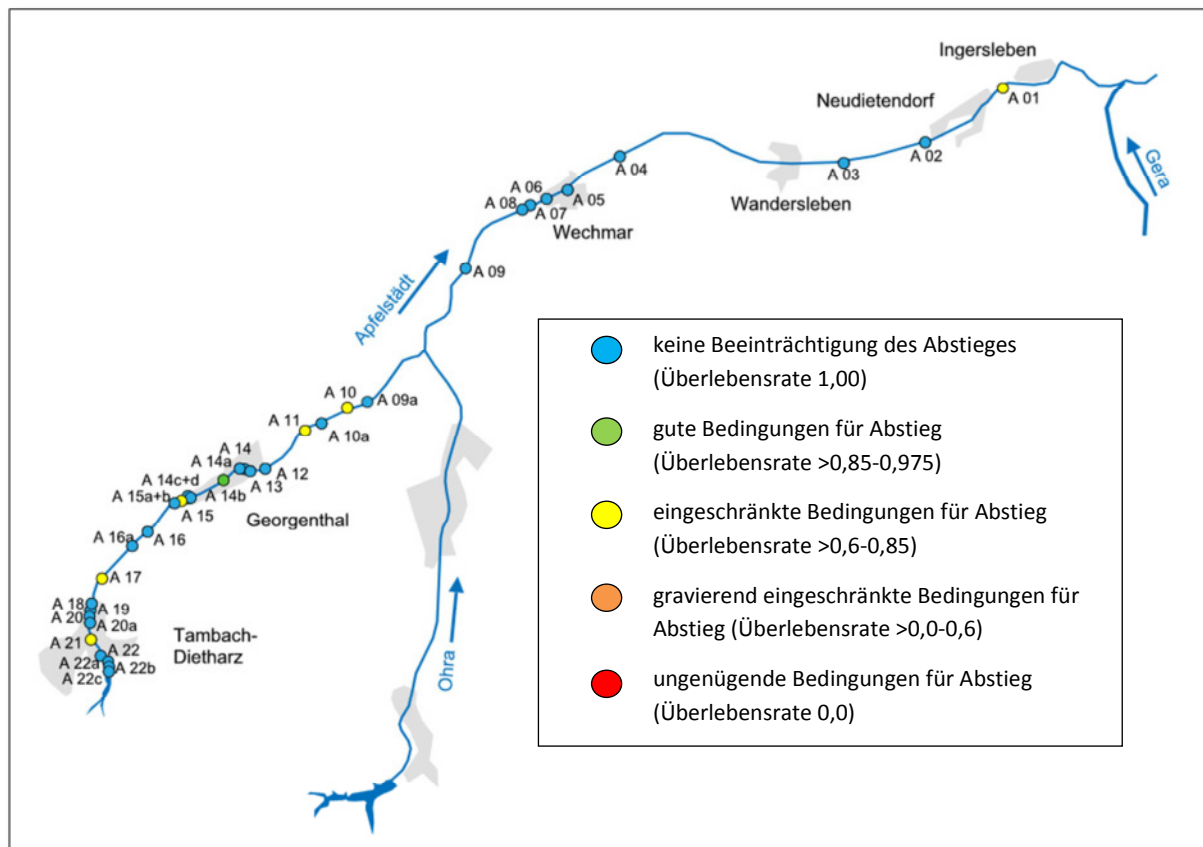


Abb. 8: Überlebensraten beim Fischabstieg an der Apfelstädt im Ist-Zustand, kartografische Darstellung

4 Planung und Bewertung von Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit

4.1 Fischaufstieg

4.1.1 Ableitung erforderlicher Maßnahmen

An der Apfelstädt sind für insgesamt 26 Querbauwerke Maßnahmen erforderlich. Für fünf Bauwerke waren bereits Vorplanungen oder Planungen vorhanden. Diese wurden auf Übereinstimmung mit gültigen Regelwerken geprüft. Für zu errichtende Fischaufstiegsanlagen oder Raugerinne wurden Dimensionierungsvorschläge erstellt (siehe Anhang 8-A).

Alle erforderlichen Maßnahmen wurden sowohl in den Steckbriefen (Anhang 4-A) als auch in Übersichtszeichnungen (Anhang 9-A) dargestellt.

Insgesamt wurden 35 Maßnahmenvorschläge unterbreitet, für manche Querbauwerke wurden zwei jeweils gleichwertige Varianten erarbeitet (

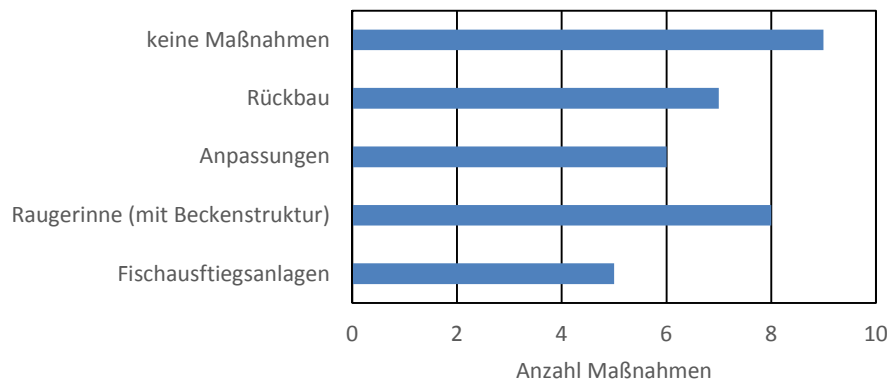


Abb. 9). An neun Bauwerken sind keine baulichen Maßnahmen vorgesehen, da die Durchgängigkeit bereits als ausreichend erachtet wurde (A04, A11, A14, A14a, A16), weil es sich um natürliche Abstürze handelt (A14b), die nicht umgebaut werden oder weil ein Umbau keine positiven Auswirkungen auf die Fischfauna erwarten lässt (A22a-c). Sieben Querbauwerke sollen zurückgebaut und somit die Durchgängigkeit in optimalem Maße wiederhergestellt werden. An fünf bereits vorhandenen Raugerinnen sind Anpassungen notwendig, um den Aufstieg zu verbessern. An Querbauwerken, bei denen aus diversen Gründen nicht auf den Aufstau verzichtet werden kann, wurde meist die Anlage eines Raugerinnes vorgeschlagen. Hier ist in den meisten Fällen der Einbau von Beckenstrukturen in einem Teil oder im gesamten Querschnitt notwendig, um auch in Niedrigwassersituationen ausreichende Wassertiefen zu gewährleisten. Fischaufstiegsanlagen in Form von Schlitzpässen oder Umgehungsgerinnen sind in fünf Fällen erforderlich, meist als Alternative zum Bau eines Raugerinnes.

Das strukturell relativ gut ausgestattete Gebiet oberhalb der natürlichen Abstürze (A14b) war im natürlichen Zustand schon weitgehend vom Unterlauf abgeschnitten. Es kann allenfalls als lokal eng begrenzter Lebensraum genutzt werden. Deshalb besteht keine zwingende Notwendigkeit hier die Durchgängigkeit herzustellen. Im Plan-Zustand bleiben diese natürlichen Abstürze daher bestehen.

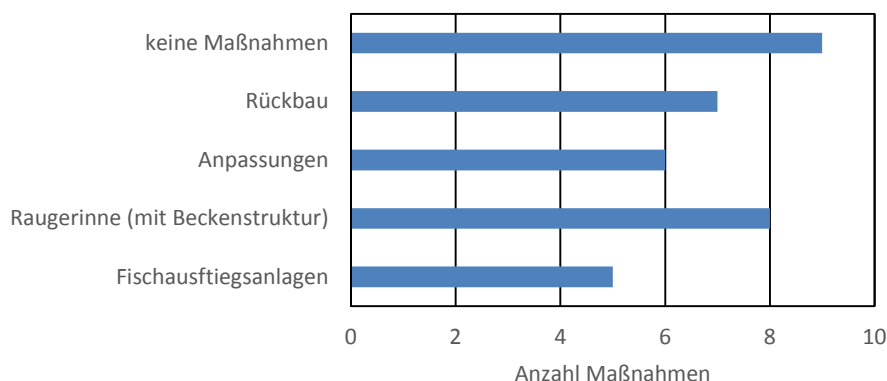


Abb. 9: Erforderliche Maßnahmen zum Fischaufstieg in der Apfelstädt

4.1.2 Festlegung von Abflüssen für Fischaufstiegsanlagen und Mindestwasserstrecken

Die Festlegung von Abflüssen für geplante Fischaufstiegsanlagen war in erster Linie bei Anlagen nötig, die nicht den gesamten Durchfluss nutzen, also an „klassischen“ Fischaufstiegsanlagen. Hier wurde

zudem geprüft, ob die Dotation ausreichend war, um eine Orientierung der Fische bei konkurrierenden Strömungen zu ermöglichen. Da fischpassierbare Anlagen in einem Bereich zwischen Q_{30} und Q_{330} passierbar sein sollten, wurden bei gewässerbreiten Raugerinnen als minimale Dotation für die Anlage die Abflusswerte für Q_{30} angenommen. Allerdings ist dieser hydrologische Wert in der gesamten Apfelstädt, selbst im Mündungsbereich, so gering, dass die für einen erfolgreichen Fischeaufstieg aller Arten und Größen erforderliche Dotation nicht erreicht wird. Um einen ausreichenden Wasserstand halten zu können, müssten deshalb die Öffnungsbreiten der Durchlässe geringer gewählt werden. Anderenfalls sind geringere Wasserstände in den Beckenstrukturen hinzunehmen. Hier sind im Einzelfall Abwägungen zwischen Funktionszeitraum und Einhaltung von Grenz- bzw. Bemessungswerten nötig. In Anhang 13-A sind die Werte für die vorgeschlagenen Fischeaufstiegsanlagen dargestellt. Die Festlegung der Abflüsse ist vor allem für die ökologische Mindererzeugung von WKA wichtig, daher wurden nur diese Standorte tabellarisch berücksichtigt. Bei allen anderen Querbauwerken kann jeweils das gesamte Wasserangebot der Apfelstädt genutzt werden. Der sich aus den Dimensionen der FAA ergebende Abfluss war an allen untersuchten Querbauwerken ausreichend, um eine auffindbare Leitströmung zu erzeugen (2 - 5 % des konkurrierenden Abflusses). Die Ergebnisse sind aus Anhang 13-A ersichtlich.

Für die Ermittlung des Mindestwasserabflusses an den sieben Standorten, an denen aktuell eine Ausleitung stattfindet wurde als erstes geprüft, ob behördlich bereits eine Mindestwassermenge festgesetzt wurde (Tab. 3). Dies war an fünf Standorten der Fall. In zwei Fällen (A03 und A10) ist die Ausleitung so gering (z. T. nur Sickerwasser), dass eine Festsetzung nicht notwendig ist. Tab. 3 zeigt die festgesetzten Mindestwassermengen. Weiterhin wurde geprüft, ob bei Vorhandensein oder Planung einer Fischeaufstiegsanlage am Wehr die Mindestwassermenge durch den Abfluss der FAA bereits gewährleistet wird. In drei Fällen ist bei Planung einer Fischeaufstiegsanlage deren Dotation, die sich bei Einhaltung der Mindestanforderung an die Dimensionierung ergibt, höher als die ermittelte Mindestwassermenge. An den Standorten A01 und A15 ist die anzusetzende Mindestwassermenge höher als die Dotation der am Wehr geplanten FAA. Hier kann die Dimensionierung der FAA angepasst werden oder zusätzliches Wasser anderweitig ins Mutterbett abgegeben werden (z. B. als Leitströmungsverstärkung). In einem Fall (A11) wird die Mindestwassermenge durch eine Wasserkraftschnecke abgearbeitet. In drei Fällen sind die behördlich bereits festgesetzten Mindestwassermengen geringer als nach der überschläglichen Formel ermittelten Wassermengen. Hier ist ggfs. eine Anpassung der behördlichen Forderungen notwendig.

Tab. 3: Notwendige Mindestwassermengen an Ausleitungsstrecken in der Apfelstädt

Nr.	Bezeichnung	MQ [m³/s]	0,2 x MQ	$Q_{\min}$ Behörde [m³/s]	$Q_{\min}$ für weitere Be- rechnungen	Q FAA- PLAN	$Q_{\min}$ durch FAA-PLAN abgedeckt?	Bemerkungen
A01	Wehr Neudietendorf	2,228	0,45	0,3	0,45	0,36	nein	Mindestwasserabgabe durch geeignete Maßnahmen erhöhen
A03	Wehr Apfelstädt	1,854	0,37	nicht festgelegt				nur geringfügige Ausleitung, keine Mindestwasserfest- legung notwendig
A08a	Wehr Ausleitung Speicher Wechmar	1,312	0,26	0,07	0,26	0,36	ja	Nutzungsregime prüfen $Q_{\min}$ lt. Nutzungsgenehmigung

Nr.	Bezeichnung	MQ [m³/s]	0,2 x MQ	Q _{min} Behörde [m³/s]	Q _{min} für weitere Be- rechnungen	Q FAA- PLAN	Q _{min} durch FAA-PLAN abgedeckt?	Bemerkungen
								vom 05.04.1982
A10	Wehr Hohenkirchen	1,242	0,25	nicht festgelegt	0,25			nur geringfügige Ausleitung, keine Mindestwasserfest- legung notwendig
A11	WKA Herrenhof	1,196	0,24	0,3	0,3	0,13	ja	Mindestwasserabgabe über FAA und RW- Kraftwerk
A15	Teilerwehr Georgenthal	1,072	0,21	1/2 aktuelles Q	0,21	0,2	nein	ggfs. Nutzungsregime anpassen Ausleitung 1/2 Q aktuell, maximal 400 l/s, Wasser geht System aber dauerhaft verloren!
A17	WKA Lohmühlen- wehr	0,871	0,17	0,065	0,17	0,2	ja (FAA benötigt mehr als Q _{min})	Ggfs. behördliche Festsetzung anpassen

4.1.3 Priorisierung der Maßnahmen

Insgesamt 26 Querbauwerken wurde eine der drei standörtlichen Prioritätsstufen zugewiesen. Die genauen Daten finden sich in Anhang 20-A.

Acht Querbauwerken wurde keine standörtliche Priorität zugewiesen (Abb. 10). Dabei handelt es sich um Bauwerke, die bereits fischdurchgängig sind, um natürliche Abstürze und um die drei Standorte A22a-c direkt unterhalb der Talsperre Tambach-Dietharz, die kein für Fische nutzbares Habitat mehr erschließen. Sieben Maßnahmen bekamen eine hohe standörtliche Priorität zugewiesen. Dabei handelt es sich überwiegend um Querbauwerke im Unterlauf und um sehr große Wehre. In der Stufe der mittleren standörtlichen Priorität sind neun Maßnahmen aufgeführt. Bauwerke im mittleren Apfelstädt-Verlauf und komplizierte Standorte, die relativ wenig Habitat erschließen, bilden den Hauptteil dieser Maßnahmen. Im Oberlauf bekamen die meisten Querbauwerke eine geringe standörtliche Priorität zugewiesen. Meist handelt es sich hier um Bauwerke, die bereits eine gewisse Durchgängigkeit gewährleisten.

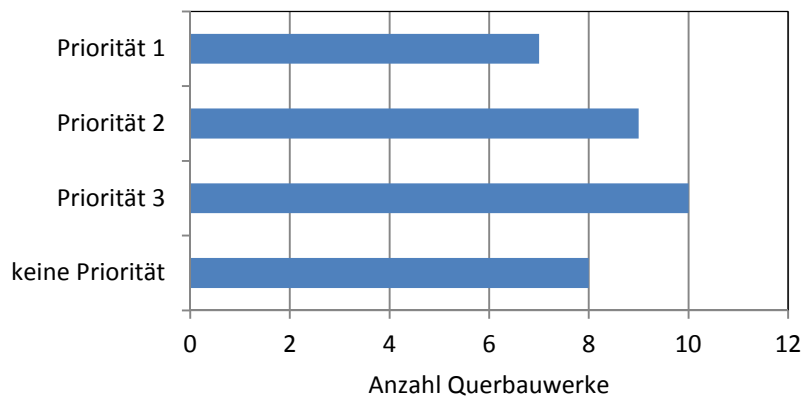


Abb. 10: Standörtliche Priorisierung der Maßnahmen an der Apfelstädt

4.1.4 Kostenschätzung für die Maßnahmen zum Fischaufstieg

Die Gesamtkosten für die Herstellung der stromaufwärts gerichteten Durchgängigkeit an der Apfelstädt werden auf maximal etwa 5,96 Mio € geschätzt. Da es bei manchen Maßnahmen verschiedene Varianten gab, die sich auch in den Kosten unterscheiden, sind auch Minimalkosten ausgewiesen. Diese betragen für alle Maßnahmen zusammen ca. 3,89 Mio €. Die genauen Zahlen sind in Anhang 15-A aufgeführt.

Bei Betrachtung der Kosten für die einzelnen Maßnahmen (Abb. 11) wird deutlich, dass die höchsten Kosten bei Baumaßnahmen im Unterlauf verursacht werden. Hier sind erfahrungsgemäß die Bauwerke größer und der Durchfluss höher. Hohe Kosten werden vor allem von großen und langen Raugerinnen mit beckenartigen Strukturen verursacht (z. B. A03, A10). Der Bau von kleineren Raugerinnen sowie Anpassungen oder Rückbau sind demgegenüber deutlich kostengünstiger.

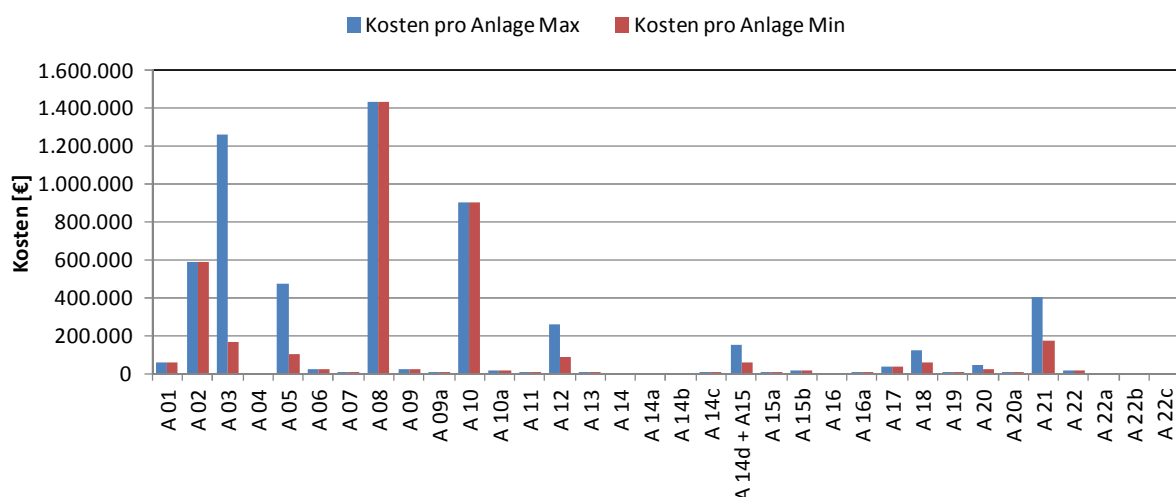


Abb. 11: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Apfelstädt

Maßnahmen, die der Priorität 1 zugeordnet wurden, verursachen aufgrund ihrer Lage im Unterlauf die höchsten Kosten (Max. 4,74 Mio €, Min. 3,28 Mio €, Abb. 12). Demgegenüber sind die Kosten für Maßnahmen mittlerer und geringer Priorität deutlich geringer. Sie betragen für Priorität 2 maximal 476.000 € (minimal 205.000 €) und für Priorität 3 maximal 659.000 € (minimal 339.000 €).

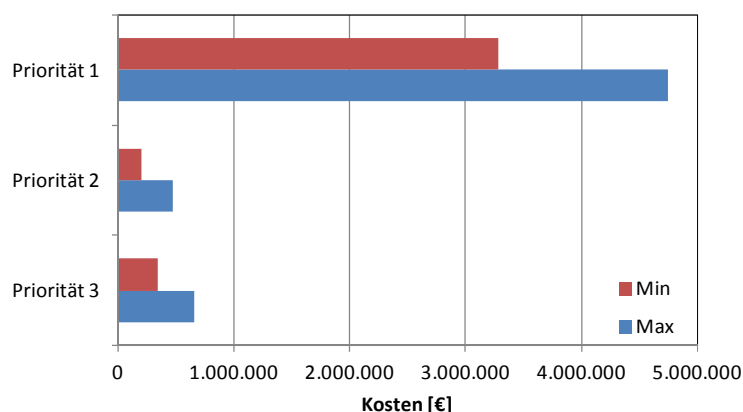


Abb. 12: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Apfelstädt, getrennt nach Prioritätsstufen.

4.1.5 Bewertung des Plan-Zustandes

Mit der Umsetzung aller geplanten Maßnahmen wäre die Durchgängigkeit von der Mündung bis nach Tambach-Dietharz gegeben. Details sind in Anhang 11-A enthalten. In Abb. 13 sind die Aufstiegsraten der einzelnen Querbauwerke im Planzustand, die standörtliche Priorität für die Umsetzung der Maßnahmen sowie die Erreichbarkeitsraten für das Zielgebiet oberhalb A09 dargestellt. Die kumulierte Erreichbarkeitsrate für dieses wichtige Zielgebiet stellt dar, dass 70 % aller Fische, die aus der Gera kommend in die Mündung der Apfelstädt einschwimmen, dieses Gebiet erreichen könnten (siehe Anhang 20-A). Berechnet man die gleiche Rate für alle Fische, die aus der Unstrut in die Mündung der Gera einschwimmen und dann über diese das Zielgebiet der Apfelstädt erreichen würden, wären es immerhin noch 52 %. Aufgrund der prognostizierten Bedeutung des Bereiches als wichtiges Zielgebiet wurde den meisten Querbauwerken eine hohe standörtliche Priorität für die Herstellung der Durchgängigkeit zugewiesen, um die Erreichbarkeit möglichst zeitnah sicher zu stellen. Aufgrund der geringeren räumlichen Ausdehnung und des relativ hohen Zerschneidungsgrades wird für das Zielgebiet oberhalb von Georgenthal keine Erreichbarkeitsrate angegeben.

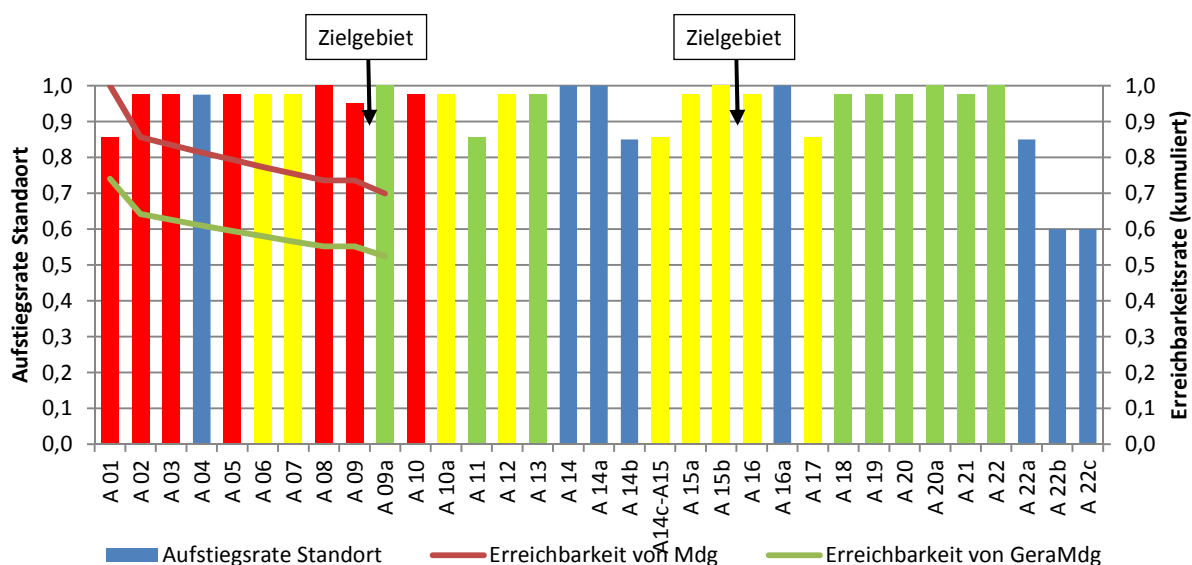


Abb. 13: Aufstiegsraten und Erreichbarkeitsraten für den Fischaufstieg im Planzustand an der Apfelstädt. Die Farben der einzelnen Balken verdeutlichen die standörtliche Priorität der Maßnahme (rot: Priorität 1, gelb: Priorität 2, grün: Priorität 3, blau: keine Priorität)

Die kartografische Darstellung verdeutlicht die Aufstiegsraten im Plan-Zustand (Abb. 14).

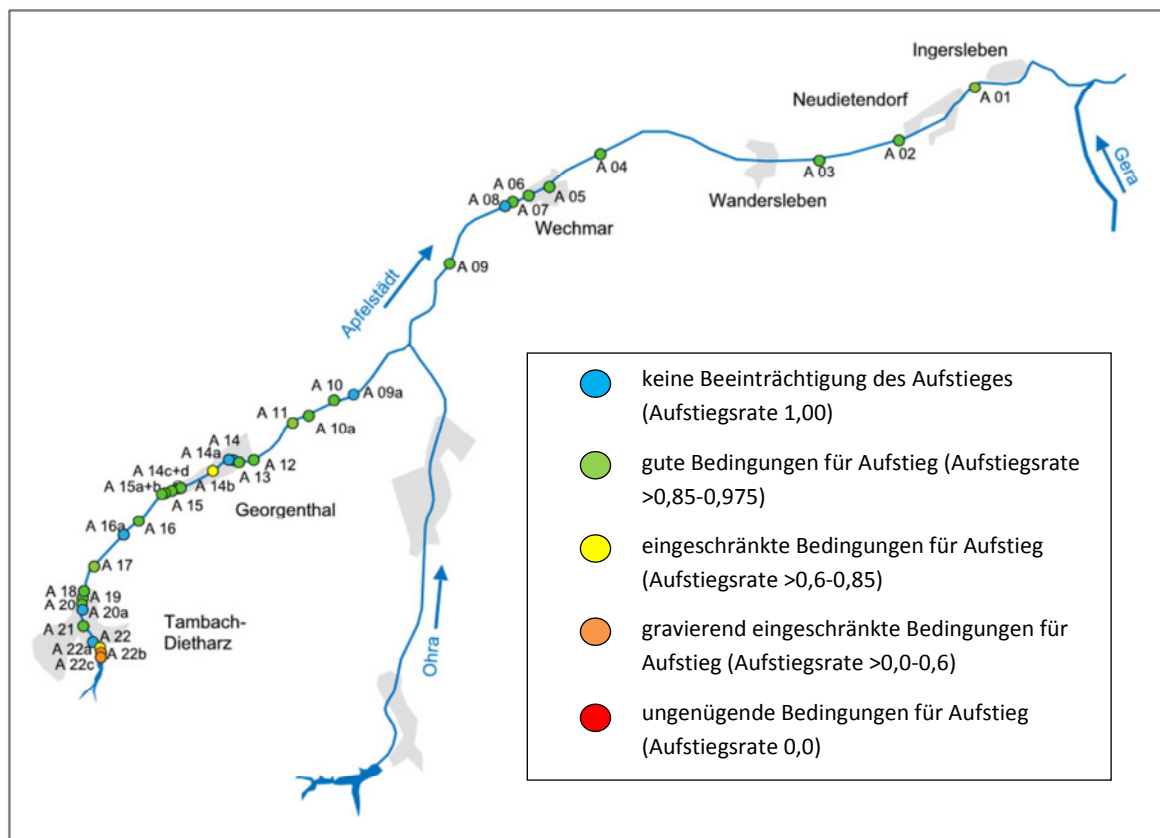


Abb. 14 Aufstiegsraten an der Apfelstädt im Plan-Zustand, kartografische Darstellung

4.2 Fischabstieg

4.2.1 Planung von Maßnahmen

An mindestens 24 Querbauwerken, an denen der Abstieg z. B. durch einen Absturz oder ähnliches beeinträchtigt erschien, wird mit der Herstellung der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit auch der Fischabstieg in vollem Maße wiederhergestellt (bei Rückbau oder gewässerbreitem Raugerinne). Lediglich an den Querbauwerken mit Wasserkraftnutzung sind Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen umzusetzen. Dies betrifft die Standorte A01, A11 und A17. Am Standort A15 (Teilerwehr Georgenthal) ist aufgrund der dauerhaften Abzweigung von Wasser eine schlechte Überlebensrate für die Apfelstädt eingeschätzt worden (siehe Kap. 3.5). Da diese Situation erhalten bleibt, gibt es an dieser Stelle keine Änderungen.

Bisher sind an keiner Wasserkraftanlage Abstiegseinrichtungen vorhanden. Der Fischschutz ist durch die vorhandenen Feinrechen (20 mm Stabweite) nicht ausreichend. An WKA mit konventionellen Turbinen sind nach TLUG (2011) 10 mm Schutzrechen notwendig. Die Einhaltung der zulässigen Anströmgeschwindigkeiten ist an den betroffenen Standorten ohne Veränderung der Rechenfläche möglich. Bei der Wasserkraft-Schnecke am Standort A11 und dem Wasserrad am Standort A01 sind keine Feinrechen vorgesehen. Bisher wurden in Thüringen für diese Wasserkraftanlagentypen keine Feinrechen gefordert (siehe auch SCHMALZ 2010, SCHMALZ 2016), da von einer relativ schadlosen

Abführung absteigender Fische ausgegangen wird. Voraussetzung hierfür ist die Einhaltung der geringen geforderten Spaltmaße ($< 4 \text{ mm}$) zwischen beweglichen Teilen und Wand bzw. Boden der Anlage.

Die Ableitung der Fische erfolgt immer über Bypassrinnen, die direkt am Rechen beginnen und Fische in das Unterwasser bringen. Es ist keine Trennung zwischen bodennah und oberflächennah wandernden Fischen vorgesehen, da die Wassertiefen vor den Rechen in allen Fällen sehr gering sind.

Die einzelnen Maßnahmen sind den Steckbriefen in Anhang 4-A, den Zeichnungen in Anhang 10-A und der Gesamtbewertung in Anhang 12-A zu entnehmen.

4.2.2 Festlegen von Abflüssen für Fischabstiegsanlagen

Die für die Ableitung von Fischen über Fischabstiegswege erforderliche Wassermenge wurde nur für die Wasserkraftstandorte kalkuliert. Hier hat die zusätzliche Abgabe von Wasser einen direkten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. Der Standort A01 ist der einzige in der Äschenregion. Hier sind für die Abwanderung an der Wasserkraftanlage Mühle Zitzmann 100 l/s abzugeben. An der Untermühle erfolgt nur dann der Betrieb eines Bypasses, wenn das Abschlagsschütz überströmt wird (wenn das Wasserrad außer Betrieb ist oder bei höheren Durchflüssen). Damit soll die potenzielle Verletzungsgefahr für Fische beim Überwinden des Abschlagsschützes verringert werden (siehe auch Steckbrief im Anhang 04-A). Deshalb ist hier keine zusätzliche Wasserabgabe notwendig. Bei allen anderen Standorten (außer Restwasserkraftanlage Herrenhof A11) ist eine erforderliche Abgabemenge von 50 l/s ermittelt worden. An der Restwasserschnecke in Herrenhof wird kein zusätzliches Wasser benötigt, da hier der Abstieg durch den vorhandenen Schlitzpass und die Schnecke erfolgt. Die Details sind Anhang 14-A zu entnehmen.

4.2.3 Kostenschätzung für die Maßnahmen

Kosten für Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen entstehen nur an den Wasserkraftanlagenstandorten. Lediglich am Standort der Restwasserschnecke (Wehr A11) wurden keine Kosten angesetzt. Bei erforderlichen Maßnahmen handelt es sich vor allem um eine einfache Nachrüstung des bestehenden Rechens und der Anlage eines Bypasses. Insgesamt wurden für alle Standorte zusammen Maximalkosten von ca. 88.000 € und Minimalkosten von etwa 66.000 € angesetzt. Durchweg waren die Kosten bei Anwendung des Berechnungsansatzes nach dem „Baukastenprinzip“ (siehe Erläuterungsbericht – Methoden, Kap. 4) höher.

Die Maßnahmen zum Fischabstieg sind unabhängig von der Lage des Standortes umzusetzen, um den gesetzlichen Anforderungen nach WHG Rechnung zu tragen, deshalb erfolgte keine Einstufung nach Priorität.

Die detaillierten Informationen sind in Anhang 16-A enthalten.

4.2.4 Bewertung des Plan-Zustandes

An den meisten Querbauwerken in der Apfelstädt wird bereits durch Umsetzungen der Maßnahmen zum Fischeaufstieg (z. B. Rückbau, Umwandlung in Raugerinne) eine Überlebensrate von 100 % erreicht (Abb. 15). An den Wasserkraftanlagenstandorten sind mit den benannten Maßnahmen Überlebensraten von 82 % bis 86 % zu erreichen. Als Ausnahme ist wiederum A15 anzuführen, wo eine Überlebensrate von ca. 60 % durch die Ableitung des Wassers in den Flößgraben zustande kommt. Auf eine kartografische Darstellung wird an dieser Stelle verzichtet.

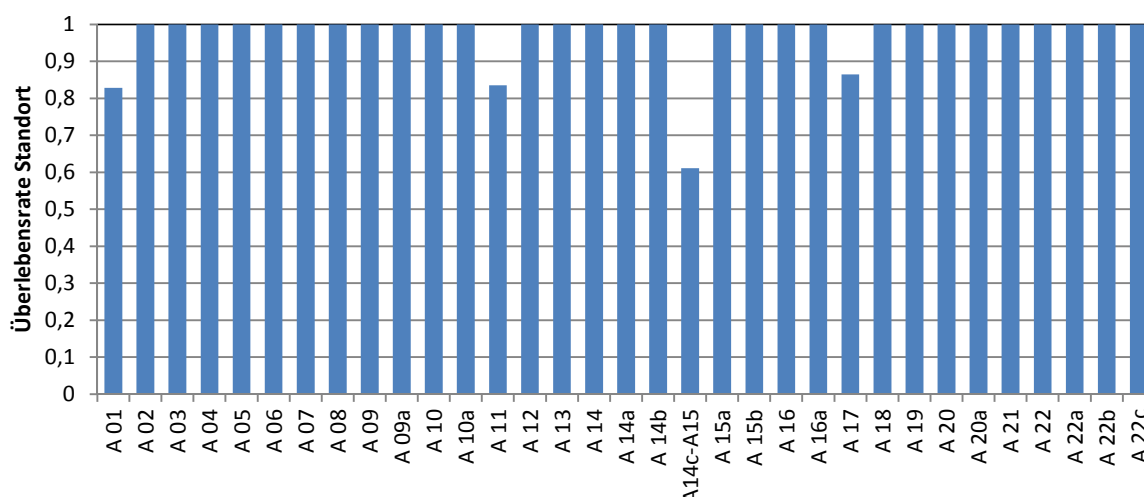


Abb. 15: Überlebensraten beim Fischabstieg an der Apfelstädt im Plan-Zustand

5 Auswirkungen der ökologischen Maßnahmen auf die Wirtschaftlichkeit von WKA

Wie im Methodenteil beschrieben, wurden die Auswirkungen der erhöhten Wasserabgabe für die ökologischen Maßnahmen auf den Jahresertrag der Wasserkraftanlage berechnet. In Tab. 4 sind die Stammdaten der betrachteten WKA zusammengestellt.

Tab. 4: Basisdaten der bestehenden WKA an der Apfelstädt (Volllaststunden, gerundet nach www.50Hertz.com)

Nr.	Standort	Art der WKA	MQ [m³/s]	QA [m³/s]	Volllast- stunden [h]	Installierte Leistung kW	Vergütung nach EEG [€]	Jahr Inbetrieb- nahme
A01	Mühle Zitzmann	Ausl.WKA	2,228	1,25	600	11	0,0767	2000
A01	Untermühle	Ausl.WKA	2,228	0,5	600	15	0,0767	2003
A11	Mahlmühle Platz	Ausl.WKA	1,196	0,39	5000	7,5	0,1167	2003
A11	RW-Schnecke	RW-WKA	1,196	0,9	4000	18,5	0,1267	2011
A17	Lohmühle	Ausl.WKA	0,871	1,17	1500	35	0,0767	1997

Die beiden WKA am Standort A01 (Wehr Neudietendorf) arbeiteten nach den bei 50 Hertz recherchierten Unterlagen mit nur ca. 600 Volllaststunden. Wahrscheinlich beruht dies auf dem teilweisen Eigenverbrauch des erzeugten Stromes.

Bei der Abschätzung der Mindererzeugung durch ökologische Maßnahmen wurde nur der Verlust durch die ggfs. verringerte Wassermenge, die nunmehr für die Stromerzeugung zur Verfügung steht, einbezogen. Die Kosten der Baumaßnahmen sind nicht berücksichtigt, wirken sich aber selbstverständlich auch einige Jahre auf die Wirtschaftlichkeit aus. Eine Erhöhung der Vergütung nach EEG ist, anders als in vorangegangenen Jahren, durch Umsetzung ökologischer Maßnahmen allein nicht mehr möglich.

Aufgrund der erhöhten Aufwendungen für den Betrieb der ökologischen Anlagen (Wartung) und ggfs. erhöhte Rechenreinigungsintervalle wird zudem ein Abschlag von 2 % des Jahresertrages berücksichtigt. Da am Standort der Restwasserschnecke (A11) keine neuen Maßnahmen umgesetzt werden und das Betriebsregime nicht geändert wird, fallen hier keine Verluste an. Bei den beiden Anlagen des Standortes A01 (Wehr Neudietendorf) fällt nur der Verlust durch die erhöhten Betriebskosten an, da bezogen auf MQ ausreichend Wasser für den Betrieb der ökologischen Anlagen vorhanden ist. An der Mahlmühle Platz in Herrenhof (A11) ist ein Verlust von 20 % und an der Lohmühle (A17) ein Verlust von 17 % anzusetzen. An dieser Stelle wird keine Bewertung über die wirtschaftliche Zumutbarkeit dieser Verluste vorgenommen. Die Aufwendungen für den Bau der ökologischen Anlagen können durch eine Förderung nach der Richtlinie des Thüringer Ministeriums für Umwelt, Energie und Naturschutz zur „Förderung des Hochwasserschutzes und der Fließgewässerentwicklung in Thüringen im Rahmen der „Aktion Fluss – Thüringer Gewässer gemeinsam entwickeln“ (Staatsanzeiger Nr. 36/2015) verringert werden (siehe auch Erläuterungsbericht - Methoden, Kap. 5.8). Die genauen Berechnungen sind in Anhang 18-A zu finden.

6 Beeinträchtigungen durch Stauräume und Ausleitungen

6.1 Beeinflussung im Ist-Zustand

Insgesamt wird die Apfelstädt im Ist-Zustand bei einer Gesamtlänge von 34,8 km auf einer Strecke von 4,37 km durch Stau und/oder Ausleitung beeinflusst. Dies entspricht einem Anteil von 12,6 %, der bereits im Ist-Zustand unter dem maximal zulässigen Wert nach TLUG (2011) liegt. Innerhalb der beeinträchtigten Strecke werden 3,5 km durch Ausleitung beeinflusst und 0,9 km durch Stau. In einigen Bereichen gibt es eine Überlagerung der Beeinflussung durch Stau und Ausleitung, z. B. oberhalb der Standorte A10 und A10a. Dies sind Bereiche, in denen die beeinflusste Strecke zwischen zwei Querbauwerken einen hohen Anteil der Strecke einnimmt, in manchen Fällen bis zu 100 %. So erfolgt beispielsweise eine lange Ausleitung ab dem Wehr Herrenhof (A11, ca. 1,2 km), die erst oberhalb des Standortes A10 wieder in die Apfelstädt einmündet. Der Standort A10a befindet sich in dieser Ausleitungsstrecke und ist somit auf ganzer Länge betroffen.

Bezogen auf die Fischregionen ist die Forellenregion (A09a bis A22c) mit einem Anteil von 17,8 % stärker durch Stau und Ausleitung betroffen als die Äschenregion (A01 bis A09) mit 10,1 %. Allerdings ist auch hier der maximal zulässige Wert nach TLUG (2011) nicht überschritten.

Wie Abb. 16 und Abb. 17 verdeutlichen, sind die durch Stau beeinflussten Gewässerstrecken meist nicht sehr ausgedehnt, am deutlichsten wirken sich lange Ausleitungsstrecken aus. An fünf Standorten ist die Beeinflussung zwischen zwei Querbauwerken höher als 25 %. Oberhalb A03 und A09 sind mit Längen von ca. 6 km auch ausgedehnte unbeeinflusste Strecken zu finden. Die Strecke oberhalb A09 wurde als wichtiges Zielgebiet für die Durchgängigkeit der Apfelstädt festgesetzt (siehe Kap. 3.3). Die genauen Daten zur Beeinflussung durch Stau und Ausleitung sind in Anhang 19-A zu finden.

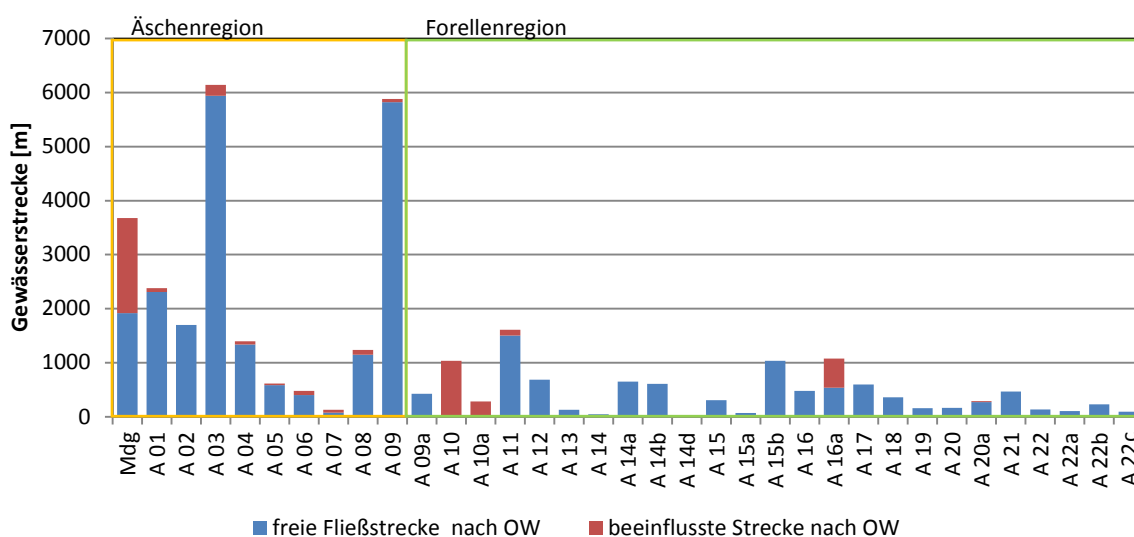


Abb. 16: Länge der beeinflussten und unbeeinflussten Gewässerstrecken oberhalb der jeweiligen Standorte bis zum nächsten Querbauwerk in der Apfelstädt im Ist-Zustand

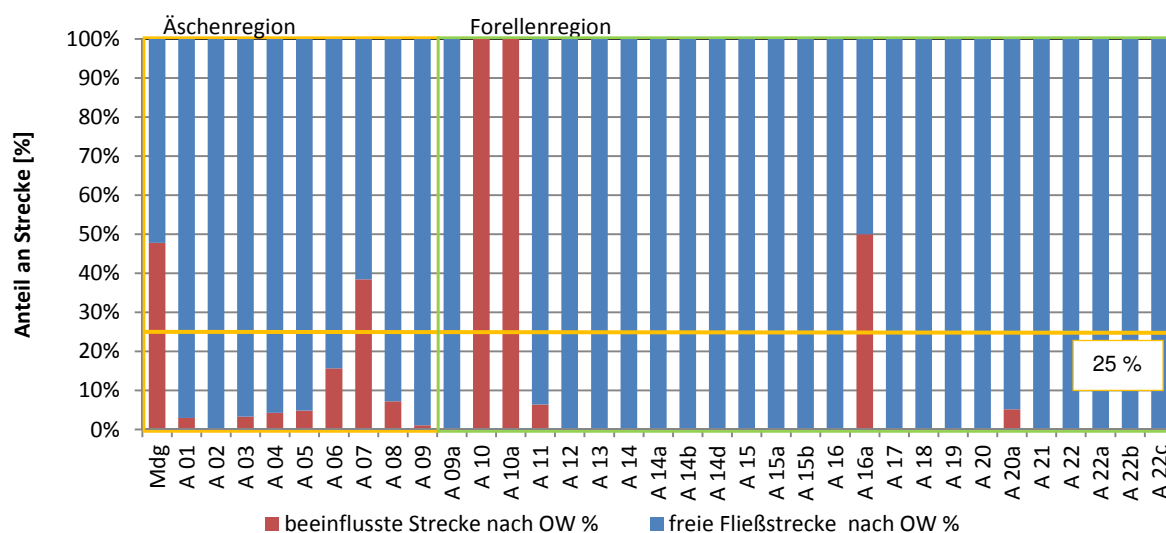


Abb. 17: Anteil der beeinflussten und unbeeinflussten Gewässerstrecken oberhalb der jeweiligen Standorte bis zum nächsten Querbauwerk in der Apfelstädt im Ist-Zustand

6.2 Beeinflussung im Plan-Zustand

Die Möglichkeiten zu einer Verbesserung der Situation sind sehr beschränkt. Da sich an den Ausleitungen aktive WKA befinden, können diese Strecken nur in sehr geringem Maße, z. B. durch die Festsetzung höherer Mindestwassermengen verbessert werden. Bei den WKA am Standort A11 sollte darauf geachtet werden, die Restwasserkraftschnecke am Wehr bevorzugt zu betreiben (wie im Bescheid festgelegt) und somit einen Großteil des Wassers in der Apfelstädt zu belassen. Dieser Standort wird in geringerem Ausmaß durch Ausleitung beeinflusst.

Eine Verringerung der Rückstaubereiche ergibt sich lediglich durch den Komplett-Rückbau von sechs Querbauwerken. Von diesen weisen nur die Querbauwerke A08 und A20a im Ist-Zustand einen Rückstau auf, der durch die Maßnahmen aufgehoben wird.

Insgesamt lässt sich durch die Umsetzung der Maßnahmen die durch Stau und Ausleitung beeinflusste Strecke auf 3,1 km verringern und somit auf einen Anteil von 8,92 %. Eine lokale Beeinflussung von mehr als 25 % zwischen zwei Querbauwerken findet sich jetzt nur noch an drei Standorten (Abb. 18). In der Äschenregion verringert sich der beeinflusste Bereich auf 9,8 % und in der Forellenregion auf 7,1 %. Die Details sind in Anhang 19-A aufgeführt.

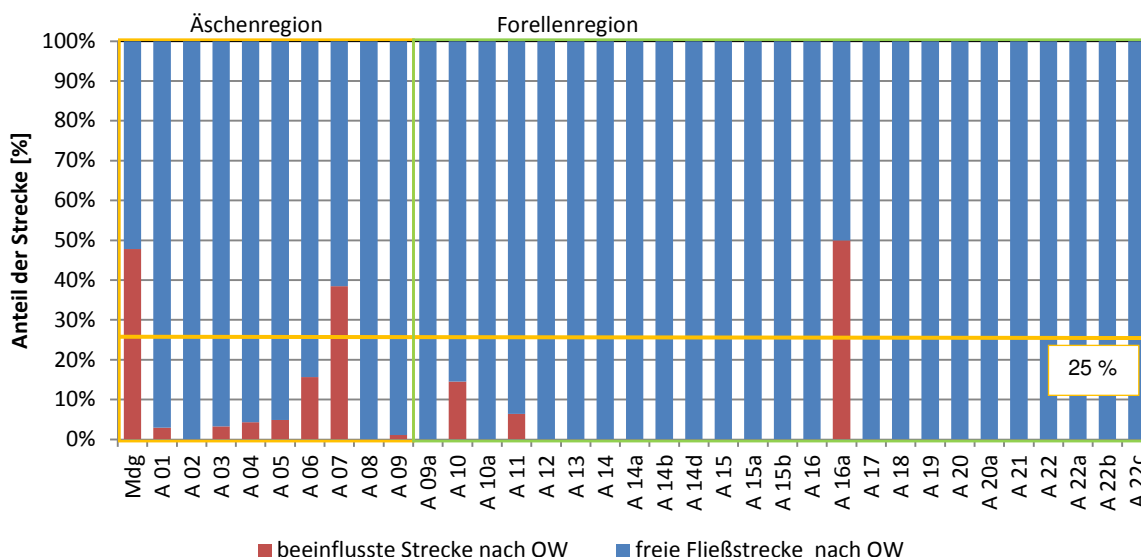


Abb. 18: Anteil der beeinflussten und unbeeinflussten Gewässerstrecken oberhalb der jeweiligen Querbauwerke in der Apfelstädt im Plan-Zustand

7 Prüfung der Nutzbarkeit von Querbauwerken nach § 35 WHG

Nach den Auswahlkriterien für mögliche Wasserkraftstandorte einschließlich der getroffenen Einschränkungen, dass Standorte nicht mehr geprüft werden, wenn für sie bereits konkrete Planungen für Um- oder Rückbau vorliegen (siehe Erläuterungsbericht – Methoden, Kap. 9.2) verbleibt an der Apfelstädt ein Querbauwerke, dessen Nutzbarkeit nach § 35 WHG geprüft wurde. Die detaillierten Berechnungen sind in Anhang 21-A dargestellt.

Mit einer Fallhöhe von mehr als 0,7 m und einem Wasserangebot von mehr als 1 m³/s wurde nur der Standort A15 (Teilerwehr Georgenthal) identifiziert. Er wird im Folgenden vorgestellt. Die Standorte A02, A06 und A12 weisen diese Kriterien ebenfalls auf, wurden aber nicht berücksichtigt. A02, A03, A06 und A10 sind bereits als Raugerinne vorhanden bzw. existieren aktuelle Planungen für die Anpassung bzw. den Umbau dieser Querbauwerke. A12 liegt an einer Bahnbrücke und ist infrastrukturell nicht erreichbar, so dass dieses Querbauwerk bereits von vornherein als nicht praktikabel angesehen wurde.

Teilerwehr Georgenthal (A15)

Der Standort Teilerwehr Georgenthal (A15) weist zwar theoretisch ein MQ von 1,07 m³/s auf, da jedoch durch den Flößgraben dauerhaft Wasser entzogen wird (bei MQ 0,4 m³/s), steht hier unter zusätzlicher Berücksichtigung von Fischauf- und -abstiegsdotationen weniger als die Hälfte von MQ als nutzbare Wassermenge zur Verfügung. Das macht den Standort bei einer erwarteten Ausbauleistung von nur 7 KW mit einem Faktor IK/JE von 51,54 extrem unwirtschaftlich. Eine Wasserkraftnutzung ist nicht sinnvoll.

8 Erreichen des guten ökologischen Zustandes

Eine Verbesserung des ökologischen Zustandes der Apfelstädt ist bei Umsetzung der geplanten Maßnahmen vor allem für den unteren Bereich zu erwarten. Besonders eine ungehinderte Einwanderung von Fischen aus der Gera würde eine Verbesserung und Aufwertung der Fischfauna erwarten lassen. Die bisherigen Befischungsergebnisse der Apfelstädt zeigen auf, dass der Zustand der Fischfauna noch „unbefriedigend“ ist. Bei Befischungen im Mündungsbereich 2015 und unterhalb Hohenkirchen 2012 wurde jeweils nur diese Bewertungsstufe erreicht. Das Ergebnis für Hohenkirchen war sehr ernüchternd, weil es sich hier um einen strukturell gut ausgestatteten Bereich handelt, der als Zielgebiet definiert wurde. Möglicherweise ist die fehlende Durchgängigkeit in diesem Bereich der entscheidende Faktor für die Verfehlung des guten ökologischen Zustandes.

Die Diskussion weiterer Ursachen für eine Verfehlung des guten Zustandes ist nicht Gegenstand der vorliegenden Studie. Prinzipiell sollte dennoch immer auf eine Verbesserung der strukturellen Ausstattung geachtet werden. Dazu zählt auch das Verhindern von Einträgen von Feinsediment sowie Dünge- und Pflanzenschutzmitteln aus landwirtschaftlich genutzten Flächen.

9 Denkmalgeschützte Wehranlagen

Eine Anfrage bei der Unteren Denkmalschutzbehörde des Landkreises Gotha ergab für die Apfelstädt als geschützte Bauwerke im Zusammenhang mit Querbauwerken lediglich das Teilerwehr in Georgenthal (A15) zu beachten. Der hier abgeschlagene Flößgraben ist Bestandteil des Kulturdenkmals „Leinakanal“. Dieser ist in jedem Falle zu erhalten und bei Planungen zu berücksichtigen. Das Anschreiben der Denkmalschutzbehörde befindet sich in Anhang 22.

10 Zusammenfassung

Die Apfelstädt mit einer Länge von ca. 34 km ist ein rechter Nebenfluss der Gera und gehört zum Saale-Elbe-Einzugsgebiet. Bei den Untersuchungen wurden 39 Standorte mit Querbauwerken identifiziert, darunter fünf Wasserkraftanlagenstandorte. Die Gewässerstruktur in der Apfelstädt zeigt sich überwiegend stark bis deutlich verändert. Im Mittellauf oberhalb Wechmar sind noch relativ naturnahe Abschnitte anzutreffen. Dieser Bereich wurde als Zielgebiet für migrierende Fischarten ausgewiesen. Bis hierhin sollte die Durchgängigkeit prioritär umgesetzt werden. Der bisherige Zustand der Fischfauna stellt sich mäßig bis unbefriedigend dar.

Den Großteil der Querbauwerke in der Apfelstädt bilden Sohlenstufen oder Abstürze, gefolgt von Wehren und Raugerinnen. Acht der Bauwerke, darunter fast alle Wehre sind für die Fischfauna undurchgängig. Bereits das erste Wehr nach der Mündung ist nicht passierbar, so dass eine Einwanderung aus der Gera nur in die unteren 3,6 km stattfinden kann. Die Durchgängigkeit ist vor allem im Oberlauf durch eine Vielzahl von Querbauwerken eingeschränkt. Die Dichte ist hier mit einem Querbauwerken alle 0,53 km deutlich höher als im Unterlauf (ein Querbauwerk alle 2,4 km). Der überwiegende Teil der Querbauwerke ist zumindest teilweise (bei höheren Wasserständen oder von schwimmstarken Arten) überwindbar, z. B. kleinere Abstürze oder Raugerinne.

Der Fischabstieg ist nur an den Wasserkraftanlagen deutlich eingeschränkt. Hier liegen die Überlebensraten zwischen 60 und 80 %. Als Besonderheit ist das Teilerwehr in Georgenthal zu bewerten, da hier Wasser ausgeleitet wird, welches dem System Apfelstädt dauerhaft entzogen und einem anderen Einzugsgebiet zugeführt wird. In diese Richtung absteigende Fische gehen der Apfelstädt dauerhaft verloren.

Für die Herstellung der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit sind an 25 Querbauwerken bauliche Maßnahmen erforderlich. Für fünf Bauwerke existieren bereits Vorplanungen/Planungen der TLUG. An neun Querbauwerken sind keine Maßnahmen notwendig, da die Durchgängigkeit bereits ausreichend gegeben ist. Sieben Querbauwerke sollten komplett zurückgebaut werden. Weitere Maßnahmen sind Anpassungen an bereits bestehenden Raugerinnen, der Neubau von Raugerinnen mit Beckenstrukturen sowie der Bau von Fischaufstiegsanlagen.

Sieben Maßnahmen wurden als hoch prioritär eingestuft, neun erhielten eine mittlere Priorität und zehn eine geringe Priorität zugewiesen.

Die Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit wurden, je nach Ausführung verschiedener Varianten auf etwa 3,89 bis 5,96 Mio € geschätzt. Für die Maßnahmen mit einer hohen Priorität fallen demnach ca. 3,28 - 4,74 Mio € an Kosten an.

Nach Umsetzung der Maßnahmen kann die Durchgängigkeit als weitgehend hergestellt gelten. Lediglich die Bereiche direkt unterhalb der Talsperre Tambach-Dietharz werden nicht umgebaut, da hier kein nutzbares Habitat erschlossen wird. Von allen Fischen, die aus der Gera kommen, könnten damit 70 % das Zielgebiet oberhalb Wechmar erreichen.

Für den Fischabstieg wird bereits beim Um- oder Rückbau von verschiedenen Querbauwerken die Beseitigung der Mortalität beim Abstieg über das QBW erreicht. Technische Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen wurden nur für die vorhandenen Wasserkraftanlagen geplant. Dabei handelte es sich meist um eine Verringerung des Stababstandes bei gleichbleibender Rechenfläche und dem Einrichten einer Abstiegsmöglichkeit in Form eines Bypasses. Die hier zu erwartenden Gesamtkosten belaufen sich auf etwa 66.000 - 88.000 €.

Auf die Wirtschaftlichkeit der bestehenden Wasserkraftanlagen haben die ökologischen Maßnahmen unterschiedliche Auswirkungen. An einigen Standorten ist noch ausreichend nutzbares Wasser (bezogen auf MQ) vorhanden, um die ökologisch notwendigen Abflüsse zur Verfügung zu stellen. Hier ergeben sich nur erhöhte Betriebskosten durch erhöhten Wartungsaufwand. Bei Standorten, bei denen dies nicht der Fall ist, wurden Einnahme-Verluste bis zu 20 % kalkuliert. Bei den hier aufgeführten Berechnungen sind die Kosten für den Bau von ökologischen Anlagen nicht berücksichtigt. Für die Finanzierung derartiger Anlagen kann die aktuelle Förderrichtlinie „Förderung des Hochwasserschutzes und der Fließgewässerentwicklung in Thüringen im Rahmen der „Aktion Fluss – Thüringer Gewässer gemeinsam entwickeln“ des TMUEN einbezogen werden.

Die Apfelstädt ist bereits im Ist-Zustand nur zu 12,6 % durch Stau und Ausleitung beeinflusst, wobei Ausleitungsstrecken die deutlich ausgedehntere Beeinträchtigung darstellen. An wenigen Standorten wird dadurch die Strecke zwischen zwei Querbauwerken in hohem Maße oder auch komplett beeinflusst. Durch den Rückbau wird an zwei Querbauwerken der Einfluss des Stauraumes verringert. Am Standort A11 wurde im Bescheid der bevorzugte Betrieb der Restwasserkraftanlage festgesetzt, so dass hier der Einfluss durch Ausleitung deutlich verringert wird. Durch diese Maßnahmen verringert sich der Anteil von Stau und Ausleitung, bezogen auf die gesamte Gewässerlänge auf 8,9 %.

Die Querbauwerksstandorte wurden auf ihre Nutzbarkeit zur Erzeugung von Wasserkraft nach § 35 WHG geprüft. Aufgrund der geringen Abflüsse und der wenigen Volllaststunden, die in der Apfelstädt erreicht werden können, kann für keinen Standort eine wirtschaftliche Nutzung prognostiziert werden.

Die Durchgängigkeit der Apfelstädt ist eine wesentliche Voraussetzung für die Erreichung des guten ökologischen Zustandes. Durch die Anbindung der Gera (und somit auch der Unstrut) ist eine Veränderung des fischfaunistischen Zustandes zu erwarten. Für die einwandernden Fische ist die Erreichbarkeit der potenziellen Laichhabitats zum Aufbau und Erhalt einer stabilen Population notwendig. Hierfür ist insbesondere die Umsetzung der Maßnahmen in den Vorrangbereichen im Unterlauf (hohe Priorität für die Herstellung der Durchgängigkeit) von Bedeutung.

11 Literatur

- BIRGIT HÄHNLEIN, BERND KRAMER & ALFRED KIRSTEN (2002): Die Apfelstädt - Ein Fluss im Wandel der Zeit, Hrsg.: Ev.-Luth. Kirchgemeinde Apfelstädt, Apfelstädt.
- NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ [Hrsg.]: Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Weser- und Emsgebiet 2009.
- SCHMALZ, WOLFGANG (2010): Untersuchungen zum Fischabstieg und Kontrolle möglicher Fischschäden durch die Wasserkraftschnecke an der Wasserkraftanlage Walkmühle an der Werra in Meiningen. - Untersuchungen im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie.
- SCHMALZ, W. (2016): Untersuchungen zu Fischschäden beim Fischabstieg über ein Wasserrad an der Schlossmühle in Reurieth. Gutachten im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (unveröffentlichter Stand November 2016).
- TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie) [Hrsg.] (2011): Modellhafte Erarbeitung einer Gesamtbewertung für die Herstellung der Durchgängigkeit am Beispiel der Ilm „Durchgängigkeitskonzept Ilm“ - Studie im Auftrag der TLUG, erarbeitet vom Ingenieurbüro Floecksmühle.
- TMUEN Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz [Hrsg.]: Thüringer Landesprogramm Gewässerschutz 2016-2021; Erfurt 2016
- TMUL (Thüringer Ministerium für Umwelt und Landesplanung) [Hrsg.] (1992): Mehl, Jochen: Talsperre Tambach-Dietharz, erste Trinkwassertalsperre im Thüringer Wald.
- ULBRICHT, ELFRIEDE (1957): Das Flussgebiet der thüringischen Saale. 1. Auflage. Halle (Saale).
- WAGNER, FALKO (2014): Erarbeitung von fischfaunistischen Referenzen für alle Thüringer Fließgewässer 2014. Dokumentation und Katalog.

12 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lage der Gewässer des Untersuchungsgebietes	1
Abb. 2: Gewässerstruktur der Apfelstädt (Daten TLUG, Stand 2001, Struktur gesamt), Karte erstellt mit Serif DrawPlus X2.....	3
Abb. 5: Querbauwerke in der Apfelstädt (nur QBW im Hauptlauf, n=35)).....	5
Abb. 6: Vorrangbereiche (Markierung außen) für die Herstellung der Durchgängigkeit sowie Strukturgüte (Markierung innen) der Apfelstädt	8
Abb. 7: Aufstiegsraten an der Apfelstädt im Ist-Zustand (kein Balken sichtbar: Aufstiegsrate=0).....	9
Abb. 8: Aufstiegsraten an der Apfelstädt im Ist-Zustand, kartografische Darstellung.....	9
Abb. 9: Überlebensraten beim Fischabstieg an der Apfelstädt im Ist-Zustand	10
Abb. 10: Überlebensraten beim Fischabstieg an der Apfelstädt im Ist-Zustand, kartografische Darstellung	11
Abb. 11: Erforderliche Maßnahmen zum Fischaufstieg in der Apfelstädt	12
Abb. 12: Standörtliche Priorisierung der Maßnahmen an der Apfelstädt	15
Abb. 13: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Apfelstädt	15
Abb. 14: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Apfelstädt, getrennt nach Prioritätsstufen.	16
Abb. 15: Aufstiegsraten und Erreichbarkeitsraten für den Fischaufstieg im Planzustand an der Apfelstädt. Die Farben der einzelnen Balken verdeutlichen die standörtliche Priorität der Maßnahme (rot: Priorität 1, gelb: Priorität 2, grün: Priorität 3, blau: keine Priorität)	17
Abb. 16 Aufstiegsraten an der Apfelstädt im Plan-Zustand, kartografische Darstellung	17
Abb. 17: Überlebensraten beim Fischabstieg an der Apfelstädt im Plan-Zustand	19
Abb. 18: Länge der beeinflussten und unbeeinflussten Gewässerstrecken oberhalb der jeweiligen Standorte bis zum nächsten Querbauwerk in der Apfelstädt im Ist-Zustand	21
Abb. 19: Anteil der beeinflussten und unbeeinflussten Gewässerstrecken oberhalb der jeweiligen Standorte bis zum nächsten Querbauwerk in der Apfelstädt im Ist-Zustand	21
Abb. 20: Anteil der beeinflussten und unbeeinflussten Gewässerstrecken oberhalb der jeweiligen Querbauwerke in der Apfelstädt im Plan-Zustand.....	22

13 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Untersuchte Querbauwerke in der Apfelstädt.....	6
Tab. 2: Stammdaten der Pegel an der Apfelstädt	7
Tab. 3: Notwendige Mindestwassermengen an Ausleitungsstrecken in der Apfelstädt	13
Tab. 4: Basisdaten der bestehenden WKA an der Apfelstädt (Volllaststunden, gerundet nach www.50Hertz.com)	19

Gesamtbewertung für die Herstellung der Durchgängigkeit an Gera, Apfelstädt und Ohra

Teil 4: Ergebnisbericht Ohra



Juli 2017

Gesamtbewertung für die Herstellung der Durchgängigkeit an Gera, Apfelstädt und Ohra

„Durchgängigkeitskonzept Gera, Apfelstädt, Ohra“

Teil 4: Ergebnisbericht Ohra

Auftraggeber Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
Göschwitzer Str. 41
07745 Jena

Auftragnehmer Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und
Ökologie GmbH
Hydrolabor Schleusingen
Themarer Str. 16 c
98553 Schleusingen

Bearbeiter Dipl.-Uwi. Manuela Reuter
Dipl.-Biol. Maria Schmalz

Schleusingen, Juli 2017

Inhalt

1	Veranlassung und Aufgabenstellung.....	1
2	Grundlegende Angaben zur Ohra.....	2
2.1	Gewässerstruktur	2
2.2	Fischfauna.....	3
3	Erfassung und Bewertung des Ist-Zustandes	3
3.1	Vorhandene Querbauwerke.....	3
3.2	Hydrologische Grundlagen	5
3.3	Festlegung der prioritären Bereiche	6
3.4	Ist-Zustand der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit	7
3.5	Ist-Zustand der flussabwärts gerichteten Durchgängigkeit	8
4	Planung und Bewertung von Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit	8
4.1	Fischaufstieg.....	8
4.1.1	Ableitung erforderlicher Maßnahmen	8
4.1.2	Festlegung von Abflüssen für Fischaufstiegsanlagen und Mindestwasserabgabe	9
4.1.3	Priorisierung der Maßnahmen	10
4.1.4	Kostenschätzung für die Maßnahmen zum Fischaufstieg.....	11
4.1.5	Bewertung des Plan-Zustandes	12
4.2	Fischabstieg	13
4.2.1	Planung von Maßnahmen	13
4.2.2	Festlegen von Abflüssen für Fischabstiegsanlagen	13
4.2.3	Kostenschätzung für die Maßnahmen	13
4.2.4	Bewertung des Plan-Zustandes	13
5	Auswirkungen der ökologischen Maßnahmen auf die Wirtschaftlichkeit von WKA	14
6	Beeinträchtigungen durch Stauräume und Ausleitungen.....	14
6.1	Beeinflussung im Ist-Zustand	14
6.2	Beeinflussung im Plan-Zustand	14
7	Prüfung der Nutzbarkeit von Querbauwerken nach § 35 WHG.....	14
8	Erreichen des guten ökologischen Zustandes	14
9	Denkmalgeschützte Wehranlagen	15
10	Zusammenfassung.....	15
11	Literatur	17
12	Abbildungsverzeichnis.....	18
13	Tabellenverzeichnis	18

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Veranlassung und Aufgabenstellung wurde in der Leistungsbeschreibung zum Durchgängigkeitskonzept ausführlich dargelegt und im Erläuterungsbericht zur Methodik aufgeführt. In den hier vorliegenden Ergebnisberichten werden die Ergebnisse getrennt nach Gewässern dargestellt. Für die jeweils angewandte Methodik wird auf den entsprechenden Berichtsteil verwiesen.

Der vorliegende Bericht beschäftigt sich mit den Ergebnissen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit in der Ohra. Aus Abb. 1 ist die Lage der Ohra im Verhältnis zu den anderen Gewässern des Untersuchungsgebietes ersichtlich.

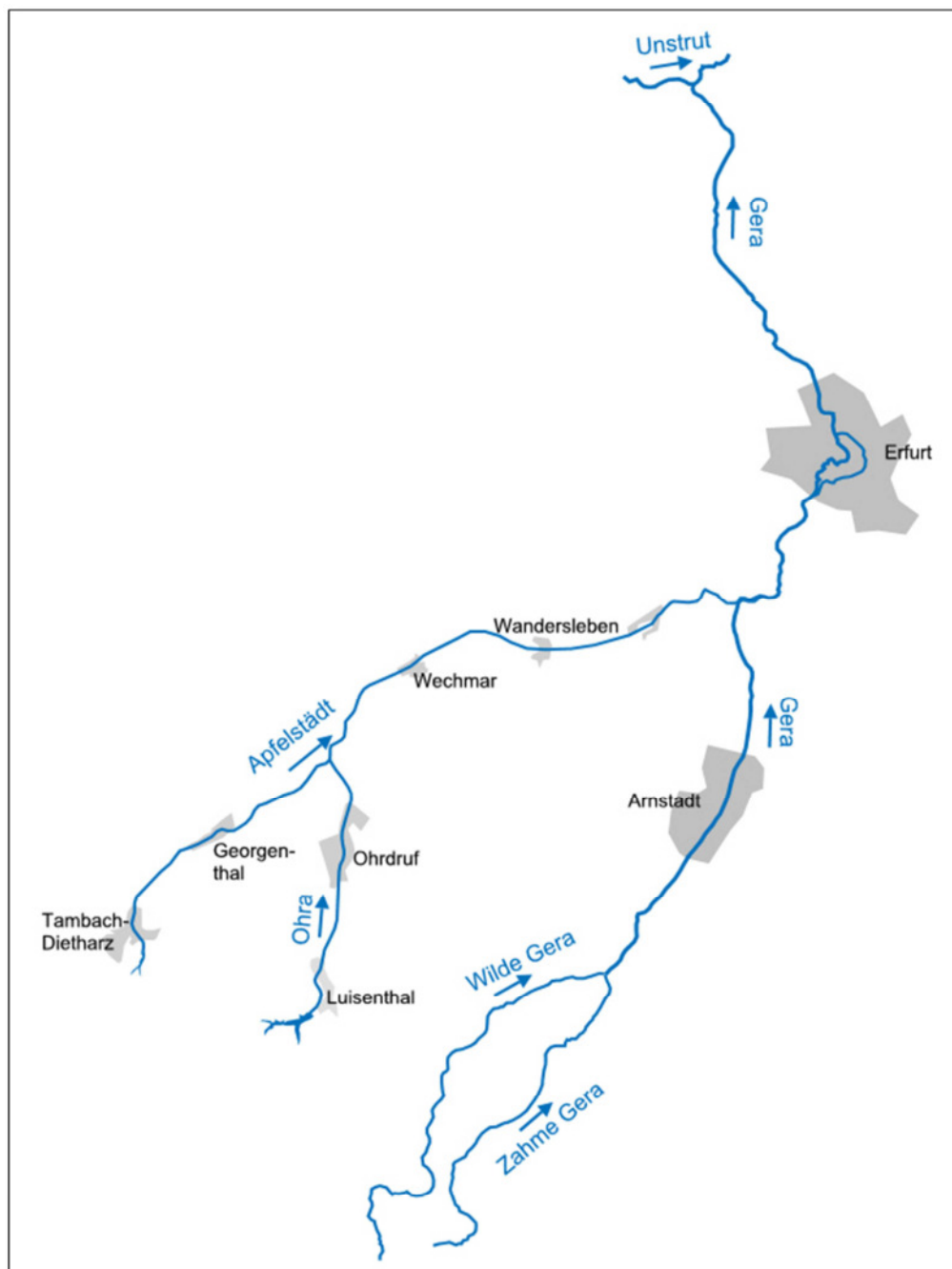


Abb. 1 Lage der Gewässer des Untersuchungsgebietes

2 Grundlegende Angaben zur Ohra

Die Ohra ist ein rechter Nebenfluss der Apfelstädt mit einer Länge von ca. 20 km und einem Einzugsgebiet von etwa 106 km². Der Fluss gehört zum Einzugsgebiet der Elbe. Die Quellbäche Kernwasser und Silbergraben entspringen nördlich von Oberhof und münden in die Talsperre Ohra, die auch weitere kleine Nebenbäche aufnimmt. Ab dem Talsperrenauslauf wird das vereinigte Gewässer als Ohra bezeichnet und als Gewässer 1. Ordnung geführt. Die Ohratalsperre wurde 1966 fertiggestellt und dient sowohl der Trinkwasserversorgung als auch der Stromerzeugung. Die Talsperre besitzt Überleitungen aus den Läufen des Schmalwassers und der Wilden Gera. Die Ohra durchfließt die größeren Gemeinden Luisenthal und Ohrdruf und mündet unterhalb Ohrdruf in die Apfelstädt. Der wichtigste Zufluss ist der Hopbach, der kurz oberhalb der Mündung in die Ohra einfließt. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung bis zur Talsperre (ca. 11,6 km).

Nach Angaben aus GERBING 1910 war die Ohra im Mittelalter ein intensiv zum Betrieb von Mühlen sowie Poch-, Kupfer- und Eisenhämmern genutzter Fluss. Ab 1639 gewann die Holzflößerei über Ohra und Apfelstädt Richtung Erfurt an Bedeutung.

2.1 Gewässerstruktur

Die Ohra weist vor allem im Mündungsbereich noch recht naturnahe Bereiche auf. Bereits in Ohrdruf ist die Struktur aber sehr stark beeinträchtigt und stark bis vollständig verändert. Zwischen Ohrdruf und Luisenthal gestaltet sich der Flusslauf wieder etwas naturnäher. In Luisenthal bis zur Talsperre herrschen wieder sehr stark beeinträchtigte Abschnitte vor (Abb. 2, Kartografie nach Strukturgütekarten aus http://www.thueringen.de/th8/tlug/umweltthemen/umwelt_und_raum/index.aspx). Die Ohra stellt sich insgesamt als rhithralisiertes Gewässer dar, was vermutlich mit einer bereits alten Begradigung und Verkürzung der Lauflänge aufgrund der Nutzung als Flößgewässer zusammenhängt.

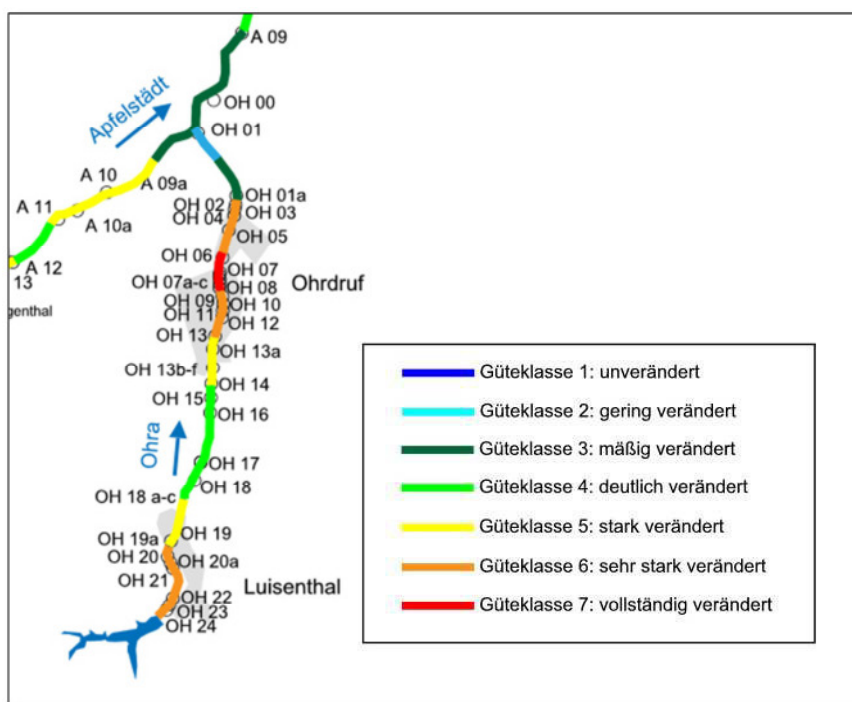


Abb. 2: Struktur der Ohra (Daten TLUG, Stand 2001, Struktur gesamt), Karte erstellt mit Serif DrawPlus X2

Die Ohra wurde im geltenden Gewässerrahmenplan für den Oberflächenwasserkörper (OWK) „Apfelstädt-Ohra“ als Schwerpunktgewässer für die Durchgängigkeit und die Struktur ausgewiesen (http://www.tlug-jena.de/gwrpl/tab_gwrp_x.html?tab_gwrp.html).

Der ökologische Zustand des OWK ist unbefriedigend, was vor allem auf den Zustand der Fischfauna zurückgeführt wird. Die allgemeine Degradation stellt sich als mäßig dar, der chemische Zustand ist gut (<http://www.geoproxy.geoportal-th.de/>). Für die Ohra werden in diesem Plan sechs Maßnahmen für die Herstellung der Durchgängigkeit, eine Maßnahme zum Initiieren/Zulassen einer eigendynamischen Gewässerentwicklung sowie zwei Maßnahmen zur Vitalisierung des Gewässers innerhalb des vorhandenen Profils vorgeschlagen. Die Vorschläge zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit wurden im vorliegenden Konzept berücksichtigt und konkretisiert.

2.2 Fischfauna

Die Ohra gehört zum Fischgewässertyp 5 Metarhithral (grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche, Forellenregion) (WAGNER 2014). Leitarten sind v. a. Groppe und Bachforelle.

Derzeit wird recherchiert, inwieweit die Referenzzönose auf Grund der Höhenlage und der niedrigen sommerlichen Wassertemperaturen anzupassen wäre. Hierdurch würden sich die idealisierten Häufigkeiten der Leitarten etwas verschieben. Die Bewertung bliebe aber nur „mäßig“ und damit weiterhin defizitär.

WRRL-Befischungsdaten sind letztmalig 2008 aus einem Abschnitt oberhalb von Ohrdruf erhältlich. Es wurden hier nur die Arten Bachforelle und Groppe nachgewiesen. Der Zustand der Fischfauna wurde als unbefriedigend eingeschätzt.

3 Erfassung und Bewertung des Ist-Zustandes

3.1 Vorhandene Querbauwerke

In der Ohra wurden insgesamt 40 Hindernisse für die Fischwanderung erfasst und bewertet, darunter 15 neu identifizierte Standorte (Tab. 2).

Die Nummerierung der einzelnen Querbauwerke wurde vom Wehrkataster der TLUG (Ersterfassung 2005) übernommen und bei neu erfassten Standorten durch Buchstaben ergänzt. Sie beginnt an der Mündung mit 00 (OH00 - OH24 für die Ohra). Der Übersichtlichkeit halber wurde teilweise eine genauere Betitelung vorgenommen. Als Standort wird jeweils das Querbauwerk inklusive aller Ausleitungen mit evtl. vorhandenen Wasserkraftanlagen (WKA) sowie des Stauraumes bezeichnet. Nicht immer sind alle Komponenten an einem Standort vorhanden.

Der Hauptteil der Querbauwerke (14) wird durch Raugerinne gebildet. Diese wurden teilweise bereits als Ersatz für Wehre mit dem Ziel der Wiederherstellung der Durchgängigkeit gebaut, teils sind sie jedoch auch nicht fischdurchgängig. Ebenfalls häufig kamen Abstürze (10 Standorte) und Grundschnellen (6 Standorte) vor. An drei Standorten befinden sich glatte Rampen, die als Schussrinnen ausgebildet sind (Abb. 3). Im Oberlauf befindet sich zudem ein Thomson-Messwehr. Die einzelnen Querbauwerke sind als Standorte in den Steckbriefen in Anhang 4-OH (=Anhang 4, die Ohra betreffend) detailliert vorgestellt.

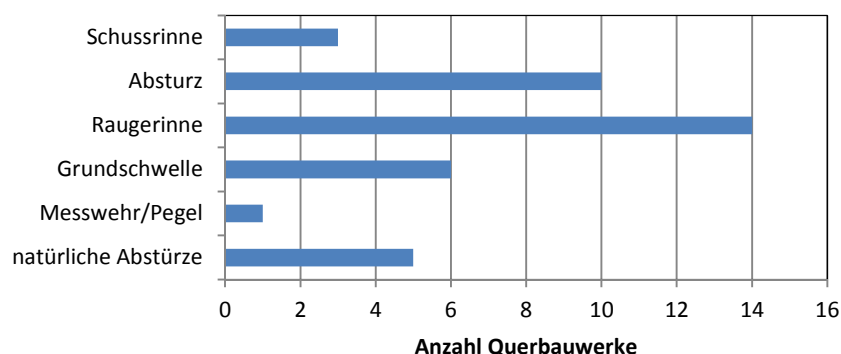


Abb. 3: Querbauwerken in der Ohra (nur QBW im Hauptlauf, n=39)

Die Dichte an Querbauwerken ist mit einem Standort alle 0,29 km in der Ohra sehr hoch.

In der Ohra wird derzeit nur eine Mühle betrieben. Die Wasserkraft wird am Tobiashammer oberhalb Ohrdruf (OH17) im Museumsbetrieb zum Antrieb von Wasserrädern genutzt, die jeweils ein Hammerwerk in Gang setzen.

Insgesamt wird an fünf Querbauwerken Wasser ausgeleitet, davon einmal für den Tobiashammer und viermal für eine nur geringfügige Ausleitung in kleine Gräben, die der Erhaltung des Ortsbildes dienen.

Im Mittellauf der Ohra oberhalb von Ohrdruf befinden sich zudem eine Reihe von natürlichen Abstürzen, die Migrationshindernisse darstellen können. Sie wurden fünf „Standorten“ zugeordnet.

Die Begehungen der Ohra erfolgten zwischen dem 15.04.2015 und dem 12.05.2015.

Tab. 1: Untersuchte Querbauwerke in der Apfelstädt

Kurzbezeichnung	Bezeichnung	WKA Standort	Wanderweg	Ausleitung nein=0, ja=1
OH 00	Speicher Collerstedter Grund Schwabhausen	nein	Talsperre	0
OH 01	Blocksteinschwelle Collerstedter Grund	nein	Raugerinne	0
OH 01a	Sohlgleite uh. Mündung Hopbach	nein	Raugerinne	0
OH 02	Absturz oh. Mündung Hopbach	nein	Absturz, keine FAA	0
OH 03	Sohlschwelle 10	nein	Absturz, keine FAA	0
OH 04	Absturz uh. Brücke (TÜP)	nein	Absturz, keine FAA	0
OH 05	Bleifarbenwerk (Schussrinne)	nein	glatte Rampe, keine FAA	0
OH 06	Ohrdruf uh. Sohlbefestigg. Brücke Halbmondweg	nein	Absturz, keine FAA	0
OH 07	HKW Stahlverformung	nein	glatte Rampe, keine FAA	0
OH 07a	Absturz oh. HKW Stahlverformung	nein	Absturz, keine FAA	0
OH 07b	Absturz uh. Schloss Ehrenstein	nein	Absturz, keine FAA	0
OH 07c	Absturz Fußgängerbrücke Schloss Ehrenstein	nein	Raugerinne	0
OH 08	ehem. Wehr am Schloss Ehrenstein	nein	Mühlgraben	1
OH 08	ehem. Wehr am Schloss Ehrenstein	nein	Raugerinne	1
OH 09	Wehr Ohrdruf Brücke Wölfiser Straße	nein	Absturz, keine FAA	0
OH 10	Grundschwelle unter Brücke Reinhardtstr.	nein	Grundschwelle	0
OH 11	ehem. Wehr Halle Container-Alt	nein	Raugerinne	0

Kurzbezeichnung	Bezeichnung	WKA Standort	Wanderweg	Ausleitung nein=0, ja=1
OH 12	ehem. Wehr Brücke Weidigstraße	nein	Raugerinne	0
OH 13	Unter Brücke Crawinkler Straße	nein	glatte Rampe, keine FAA	0
OH 13a	Grundschwelle uh. Brücke B 88	nein	Grundschwelle	0
OH 13 b	natürl. Abstürze	nein	Absturz, keine FAA	0
OH 13 c	natürl. Abstürze	nein	Absturz, keine FAA	0
OH 13 d	natürl. Abstürze	nein	Absturz, keine FAA	0
OH 13 e	natürl. Abstürze	nein	Absturz, keine FAA	0
OH 13 f	natürl. Abstürze	nein	Absturz, keine FAA	0
OH 14	ehem. Wehr Sägemühle Hopf	nein	Raugerinne	0
OH 15	ehem. Wehr Friedlersmühle	nein	Mühlgraben	1
OH 15	ehem. Wehr Friedlersmühle	nein	Raugerinne	1
OH 16	ehem. Wehr Massemühle	nein	Mühlgraben	1
OH 16	ehem. Wehr Massemühle	nein	Raugerinne	1
OH 17	ehem. Wehr Sahlender Mühle an der KA	ja	WKA, Mühlgraben	1
OH 17	ehem. Wehr Sahlender Mühle an der KA	ja	Raugerinne	1
OH 18	ehem. Waldmühlenwehr	nein	Mühlgraben	1
OH 18	ehem. Waldmühlenwehr	nein	Raugerinne	1
OH 18a	Sportplatz Am Kienberg Luisenthal (1)	nein	Grundschwelle	0
OH 18b	Sportplatz Am Kienberg Luisenthal (2)	nein	Grundschwelle	0
OH 18c	Gartenanlage Luisenthal	nein	Grundschwelle	0
OH 19	ehem. Sohlabschurz 4 Kaskaden Gaststätte Ohratal	nein	Raugerinne	0
OH 19a	Brauereimuseum		Grundschwelle	0
OH 20	Sohlgleite am ehem. HEMA-Wehr Luisenthal	nein	Raugerinne	0
OH 20a	Absturz oh. ehem. HEMA-Wehr Luisenthal	nein	Absturz, keine FAA	0
OH 21	Absturz uh. Brücke B247 Luisenthal (4)	nein	Absturz, keine FAA	0
OH 22	Thomson-Messwehr Luisenthal (3)	nein	Wehr, keine FAA	0
OH 23	Wehr Luisenthal (2)	nein	Absturz, keine FAA	0
OH 24	Wehr Luisenthal (1)	nein	existiert nicht mehr/Raugerinne	0

3.2 Hydrologische Grundlagen

Die Hydrologie wird in der Ohra nur durch einen Pegel (Abgabepegel Talsperre Ohra) erfasst, der in Tab. 2 aufgeführt ist.

Tab. 2: Stammdaten des Pegels an der Ohra (Quelle: TFWV - Thüringer Fernwasserversorgung, * TLUG 1964 - 2014)

Gewässer	Standort	Fluss- km	Einzugs- gebiet	MQ	MNQ	Q ₃₀	Q ₃₃₀	Quelle
		l [km]	AE [km ²]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	
Ohra	Ohra-Talsperre Luisenthal 7	11,2	34,8	0,425	0,058	0,050*	0,950*	TFWV / TLUG

Die Hydrologie der einzelnen Standorte befindet sich in Anhang 1-OH. Die Werte der einzelnen Querbauwerksstandorte wurden aus den bekannten Einzugsgebieten und den Kenndaten des benachbarten Pegels berechnet. Die berechneten Werte sind keine amtlichen Angaben und damit nicht für statistische Zwecke geeignet.

Die Ohra ist ein abflussschwaches Gewässer mit ausgeprägten Niedrigwasserphasen. Die Talsperrenregelung beeinflusst die Abfluss-Dynamik entscheidend.

3.3 Festlegung der prioritären Bereiche

In der Ohra befinden sich vor allem im Mündungsbereich unterhalb Ohrdruf sowie oberhalb von Ohrdruf strukturell mäßig bis gut ausgestattete Bereiche. Diese wurden vereinfachend als Zielgebiete mit guter Lebensraumqualität festgelegt und sollten für wandernde Fische möglichst gut erreichbar sein.

Unterhalb Ohrdruf, ab dem Einlauf des Hopbaches bis zur Mündung fließt die Ohra durch Karstgebiet, versinkt hier und fällt im Sommer regelmäßig trocken. Daher ist in diesem Bereich die Notwendigkeit der Durchgängigkeit zum Erreichen verbleibender Lebensräume besonders wichtig.

Der Mündungsbereich bis zum Standort OH01a wird dem Zielgebiet der Apfelstädt oberhalb Wechmar zugerechnet (siehe Ergebnisbericht Apfelstädt) und deshalb ebenfalls in den Vorrangbereich 1 eingeordnet (hohe Priorität für Herstellung der Durchgängigkeit). Die weiter flussaufwärts folgenden Bereiche sind von Verkarstung betroffen, teils sehr stark verbaut und oberhalb von Ohrdruf durch natürliche Abstürze (OH13b-f) vom Unterlauf abgeschnitten. Das strukturell relativ gut ausgestattete Gebiet oberhalb dieser natürlichen Abstürze war bereits im natürlichen Zustand schon weitgehend vom Unterlauf abgeschnitten. Es kann allenfalls als lokal eng begrenzter Lebensraum genutzt werden. Die natürlichen Abstürze werden daher nicht umgebaut oder durchgängig gestaltet. Für die Herstellung der Durchgängigkeit besteht hier keine hohe Priorität und die Ohra wird überwiegend dem Vorrangbereich Stufe 3 zugeordnet. Auch die weiter flussauf gelegenen Bereiche bis Luisenthal sind aufgrund der Vielzahl an Standorten und der stark beeinträchtigten Habitatqualität mit einer untergeordneten Priorität zu behandeln. Der Strecke direkt unterhalb der Talsperre wird im Sinne der Durchgängigkeit keine Priorität mehr zugeordnet, da hier kein nutzbares Habitat erschlossen werden kann. Die Bereiche sind in Abb. 4 veranschaulicht.

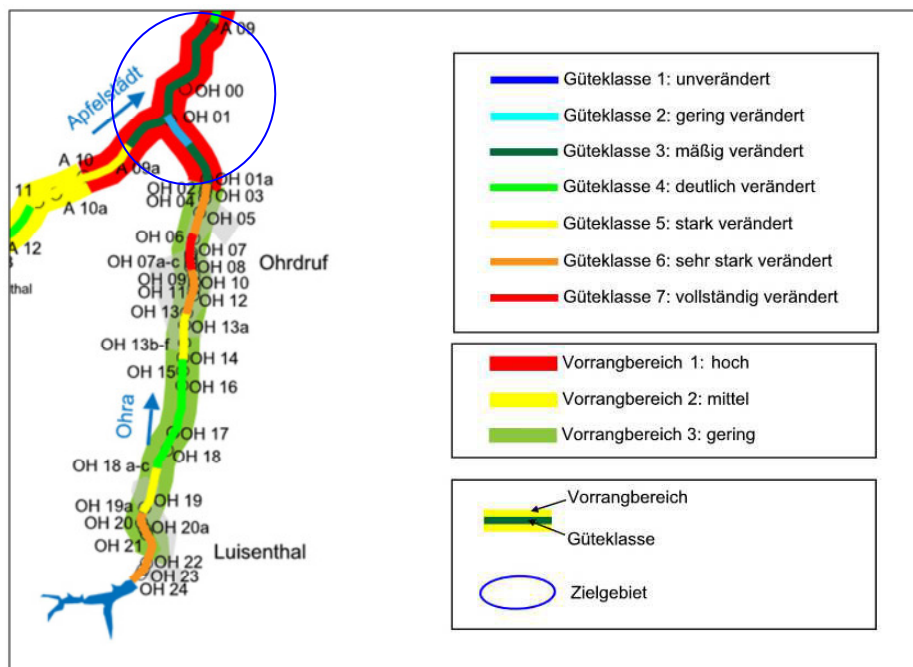


Abb. 4: Vorrangbereiche (Markierung außen) für die Herstellung der Durchgängigkeit sowie Strukturgüte (Markierung innen) der Ohra

3.4 Ist-Zustand der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit

In der Ohra wurden insgesamt 40 Querbauwerke hinsichtlich ihrer Passierbarkeit für Fische bewertet, davon 39, die sich direkt im Hauptgewässer befinden. Die Ergebnisse der Bewertung finden sich in Anhang 6-OH.

Im Ist-Zustand sind vier Querbauwerke komplett undurchgängig für die Fischfauna. Diese befinden sich vor allem im Oberlauf und in Ohrdruf (OH09). Drei Standorte sind als durchgängig zu betrachten. Dabei handelt es sich um zwei der natürlichen Abstürze und ein nicht mehr existentes Querbauwerk unterhalb der Talsperre Ohra. Die weiteren Querbauwerke weisen Aufstiegsraten zwischen 0,6 und 0,975 auf.

Der Aufstieg ist somit an etwa 80 % der Querbauwerke für die vorkommende Fischfauna bereits in gewissem Maße gewährleistet. Defizite sind vor allem bei den Schussrinnen (OH05, OH07 und OH13) festzustellen. Viele der Raugerinne entsprechen nicht den aktuellen Anforderungen. Abb. 5 zeigt die Aufstiegsraten im Ist-Zustand an den einzelnen Querbauwerken.

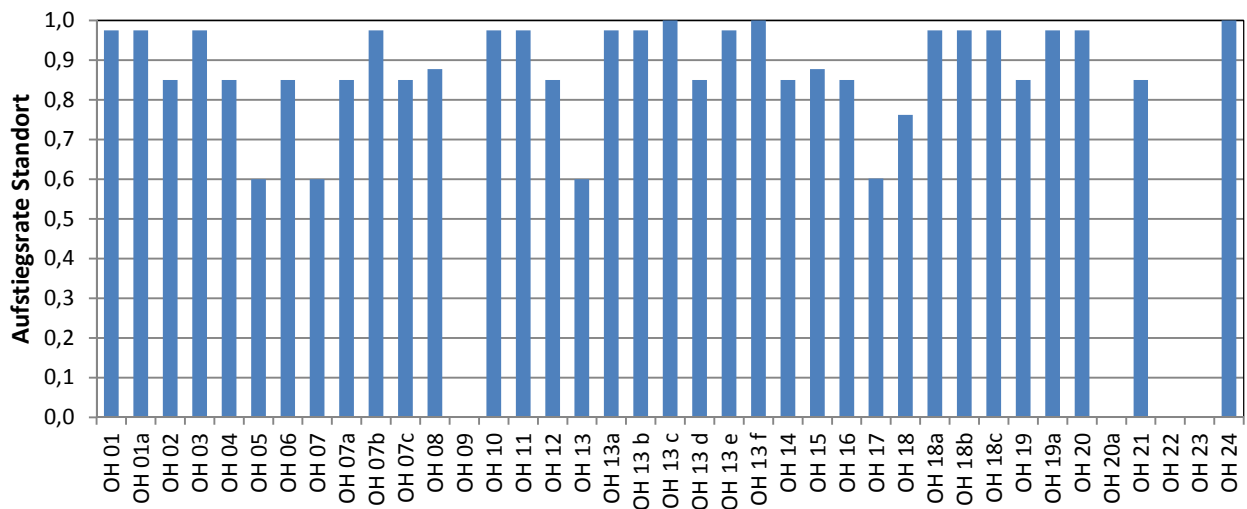


Abb. 5: Aufstiegsraten an der Ohra im Ist-Zustand

Auf die Darstellung von Erreichbarkeitsraten wurde verzichtet, da in der Ohra abgesehen vom Mündungsbereich in die Apfelstädt keine Zielgebiete ausgewiesen wurden.

Wie Abb. 6 zeigt, gibt es im Ist-Zustand nur kurze Bereiche ohne Bauwerke. Dies ist der Bereich von der Mündung bis nach Ohrdruf (ca. 2 km) und der Bereich zwischen den Standorten OH16 und OH17 (ca. 1,1 km). Eingeschränkt durchgängige Bereiche (Querbauwerke sind noch nicht optimal passierbar, besitzen aber eine gewisse Durchgängigkeit) befinden sich im Bereich von der Mündung bis zum unpassierbaren Wehr Ohrdruf (OH09) (knapp 4 km lang) und zwischen OH09 und dem nächsten nicht passierbaren Standort OH20a (Luisenthal) (ca. 5,7 km lang).

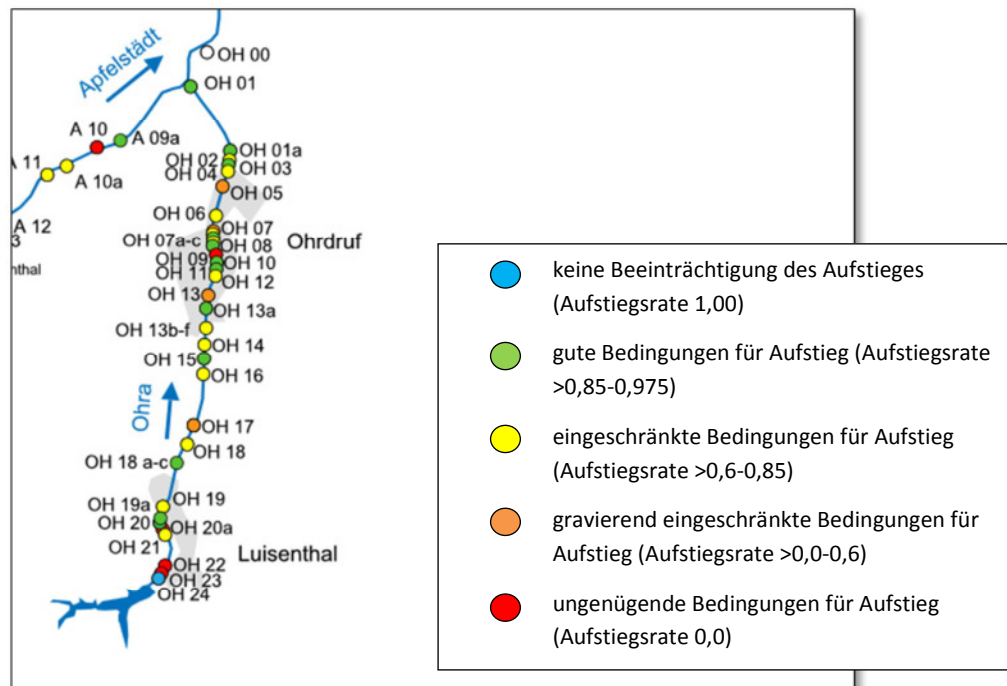


Abb. 6: Aufstiegsraten an der Ohra im Ist-Zustand, kartografische Darstellung

3.5 Ist-Zustand der flussabwärts gerichteten Durchgängigkeit

Der Fischabstieg in der Ohra ist überwiegend gut gewährleistet. Nur drei Standorte wurden als suboptimal eingeschätzt. Beim einzigen Standort mit Nutzung der Wasserkraft durch Wasserräder (OH17, Tobiashammer) wurde aufgrund des seltenen Betriebs ebenfalls eine hohe Überlebensrate von 0,981 abgeschätzt. Am Wehr in Ohrdruf (OH09) sowie am Messwehr in Luisenthal (OH22) wurden aufgrund der ungünstigen baulichen Verhältnisse verringerte Überlebensraten von 0,85 angesetzt. An allen anderen Standorten wird von einer ungehinderten Möglichkeit des Fischabstieges bereits im Ist-Zustand ausgegangen. Auf eine grafische Darstellung wird daher verzichtet.

Wie in Kap. 6.3.11 des Methodenteiles erläutert, wurde beim Fischabstieg auf kumulative Berechnungen verzichtet.

4 Planung und Bewertung von Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit

4.1 Fischaufstieg

4.1.1 Ableitung erforderlicher Maßnahmen

An der Ohra sind für insgesamt 24 Querbauwerke Maßnahmen notwendig (siehe Anhang 8-OH). Vorplanungen oder Planungen von Seiten des Auftraggebers waren nicht bekannt. Alle erforderlichen Maßnahmen wurden sowohl in den Steckbriefen (Anhang 4-OH) als auch in den Übersichtszeichnungen (Anhang 9-OH) dargestellt.

Bei einem großen Teil der Querbauwerke (16) sind keine Maßnahmen nötig, da die Durchgängigkeit bereits in ausreichendem Maße gewährleistet ist (Abb. 7). Sieben Standorte sollen komplett zurückgebaut werden. Bei elf bereits vorhandenen Raugerinnen sind Anpassungen notwendig, um die Aufstiegsrate zu verbessern. An sechs Querbauwerken, bei denen aus diversen Gründen nicht auf den Aufstau verzichtet werden kann, wurde die Anlage eines Raugerinnes vorgeschlagen. Hier ist der Einbau von Beckenstrukturen in einem Teil oder im gesamten Querschnitt notwendig, um auch in Niedrigwassersituationen ausreichende Wassertiefen zu gewährleisten. Fischaufstiegsanlagen im engeren Sinne (z. B. Schlitzpass) wurden nicht geplant.

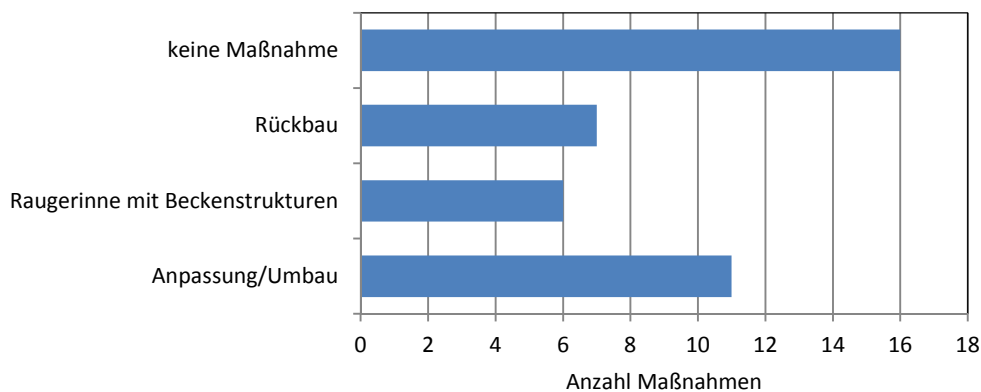


Abb. 7: Erforderliche Maßnahmen zum Fischaufstieg in der Ohra

4.1.2 Festlegung von Abflüssen für Fischaufstiegsanlagen und Mindestwasserabgabe

Da in der Ohra keine Fischaufstiegsanlagen geplant wurden, die nur einen Teil des Wassers nutzen, war die Festlegung von Abflüssen für einzelne Fischaufstiegsanlagen nicht notwendig. Beim einzigen Fall einer zumindest zeitweisen Ausleitung größerer Wassermengen (OH17) wurde der erforderliche verbleibende Wasserteil angegeben, der notwendig ist, um das Raugerinne am Wehr zu betreiben. Bei gewässerbreiten Raugerinnen wurden als minimale Dotation für die Anlage die Abflusswerte für Q_{30} angenommen. Allerdings ist dieser hydrologische Wert in der gesamten Ohra so gering, dass die für einen erfolgreichen Fischaufstieg aller Arten und Größen erforderliche Dotation nicht erreicht wird. Um einen ausreichenden Wasserstand halten zu können, müssten deshalb die Öffnungsbreiten der Durchlässe geringer gewählt werden. Anderenfalls sind geringere Wasserstände in den Beckenstrukturen hinzunehmen. Hier sind im Einzelfall Abwägungen zwischen Funktionszeitraum und Einhaltung von Grenz- bzw. Bemessungswerten nötig.

In Anhang 13-OH ist der notwendige Abfluss für OH17 dargestellt. Bei allen anderen Standorten kann jeweils das gesamte Wasserangebot der Ohra genutzt werden.

Für die Ermittlung des Mindestwasserabflusses an den sechs Standorten, an denen aktuell eine Ausleitung stattfindet, wurde als erstes geprüft, ob behördlich bereits eine Mindestwassermenge festgesetzt wurde (Tab. 3). Dies war an zwei Standorten der Fall (OH01, OH17). In den anderen Fällen ist die Ausleitung so gering, dass eine Festsetzung nicht notwendig ist.

Am Standort OH01 wird maximal 0,1 m³/s für die Befüllung des Speichers Colledtedter Grund ausgeleitet. Die hier behördlich festgesetzte Mindestwassermenge von 0,05 m³/s ist deutlich geringer, als die nach der Faustformel ermittelte Menge. Hier sollte eine Anpassung erfolgen. In Niedrigwasserphasen sollte gar kein Wasser ausgeleitet werden. Die Ausleitungsstrecke beträgt ca. 90 m, danach mündet die Ohra in die Apfelstädt.

Am Standort OH17 werden nur zeitlich eng begrenzt für Schauzwecke im Museumsbetrieb größere Wassermengen ausgeleitet. Die behördlich festgesetzte Mindestwassermenge ist zwar niedriger als die nach der Faustformel ermittelte, jedoch für diesen Zweck ausreichend. Tab. 3 zeigt die Mindestwassermengen.

Tab. 3: Notwendige Mindestwassermengen an Ausleitungsstrecken in der Ohra

Nr.	Bezeichnung	MQ [m ³ /s]	0,2 x MQ	Q _{min} Behörde [m ³ /s]	Q _{min} für weitere Be- rechnungen	Bemerkungen
OH 01	Blocksteinschwelle Colledtedter Grund	1,291	0,26	0,05		max. Ausleitung 0,1 m ³ /s, Mindestwasserregelung überprüfen
OH 08	ehem. Wehr am Schloss Ehrenstein	0,76	0,15	nicht festgelegt		nur geringfügige Ausleitung, keine Mindestwasserfestlegung notwendig
OH 15	ehem. Wehr Friedlersmühle	0,668	0,13	nicht festgelegt		nur geringfügige Ausleitung, keine Mindestwasserfestlegung notwendig
OH 16	ehem. Wehr Massemühle	0,661	0,13	nicht festgelegt		nur geringfügige Ausleitung, keine Mindestwasserfestlegung notwendig
OH 17	ehem. Wehr Sahlender Mühle an der KA	0,652	0,13	0,05	0,13	Mutterbett fast immer ausreichend beaufschlagt, da nur sporadisch Ausleitung für Museumszwecke
OH 18	ehem. Waldmühlenwehr	0,646	0,13	nicht festgelegt		nur geringfügige Ausleitung, keine Mindestwasser- festlegung notwendig

4.1.3 Priorisierung der Maßnahmen

Insgesamt 23 Standorten wurde eine der drei standörtlichen Prioritätsstufen zugewiesen. Die genauen Daten finden sich in Anhang 20-OH.

Für 16 Standorte wurde keine standörtliche Priorität festgesetzt (Abb. 8). Dabei handelte es sich um Bauwerke, die bereits fischdurchgängig sind, um natürliche Abstürze und um die drei Standorte (OH22-24) direkt unterhalb der Talsperre Ohra, die kein für Fische nutzbares Habitat mehr erschließen. Den meisten Standorten wurde eine geringe Priorität zugewiesen, da sie oft schon in bestimmtem Maße durchgängig sind oder nur wenig nutzbares Habitat erschließen. Nur für drei

Standorte ist eine mittlere standörtliche Priorität sinnvoll. Dabei handelt es sich um den Standort OH01, der sich direkt an der Mündung der Ohra befindet und eine verbesserte Zugänglichkeit zu den naturnahen Bereichen ermöglicht, um das Wehr in Ohrdruf (OH09) und um den Standort OH18 (ehem. Waldmühlenwehr), der im Ist-Zustand eine schlechte Aufstiegsrate besitzt. Eine hohe standörtliche Priorität für die Umsetzung von Maßnahmen ist in der Ohra nicht vorgesehen.

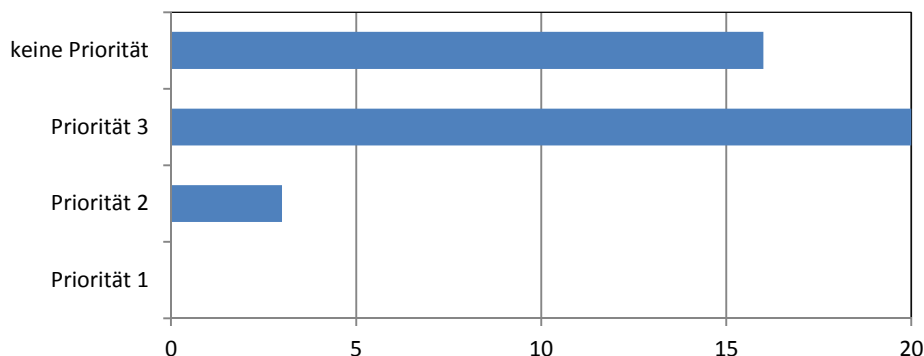


Abb. 8: Standörtliche Priorität der Maßnahmen an der Ohra

4.1.4 Kostenschätzung für die Maßnahmen zum Fischaufstieg

Die Gesamtkosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Ohra werden auf maximal ca. 1,66 Mio € geschätzt. Da es bei der Kostenberechnung für teilbreite Raugerinne verschiedene Kostenansätze gibt, sind auch Minimalkosten ausgewiesen. Diese betragen für alle Maßnahmen zusammen etwa 676.000 €. Die genauen Zahlen sind in Anhang 15-OH aufgeführt.

Bei Betrachtung der Kosten für die einzelnen Maßnahmen (Abb. 9) wird deutlich, dass die höchsten Kosten bei Baumaßnahmen im Unterlauf verursacht werden. Besonders aufwändig ist die Herstellung der Durchgängigkeit am Standort OH05, einer langen Schussrinne. Die Maßnahmen im Unterlauf sind insgesamt gesehen etwas teurer, als im Oberlauf.

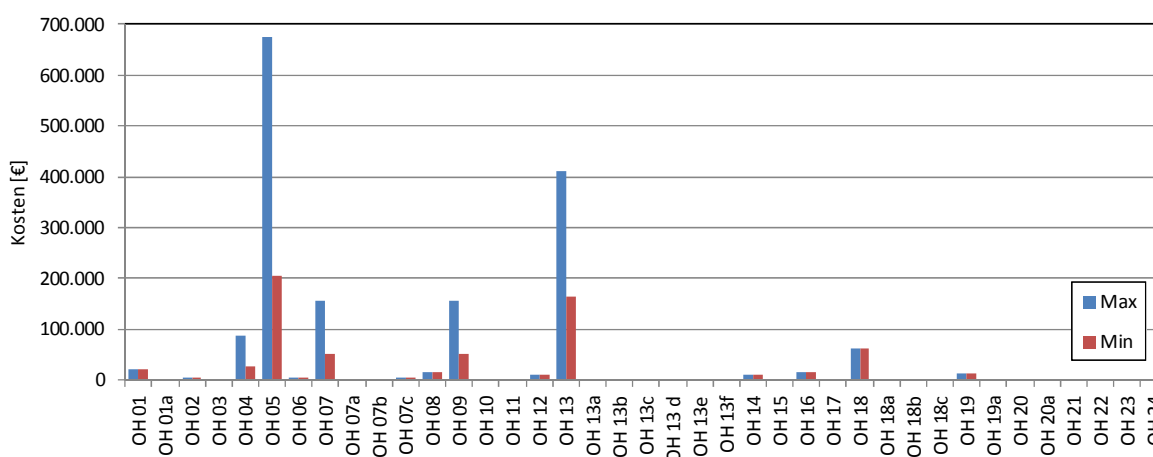


Abb. 9: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Ohra

Maßnahmen, die der standörtlichen Prioritätsstufe 2 zugeordnet wurden verursachen aufgrund ihrer Zuordnung zu nur wenigen Standorten weniger Kosten (Max. 237.000 €, Min. 134.000 €, Abb. 10).

Demgegenüber sind die Kosten für Maßnahmen geringer Priorität deutlich höher, da hier fast alle Standorte eingeordnet wurden. Sie betragen maximal etwa 1,4 Mio € bzw. minimal 541.000 €.

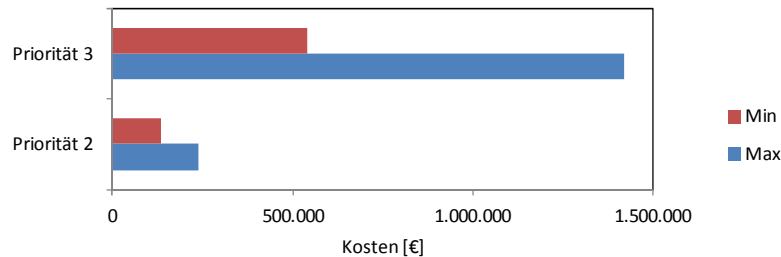


Abb. 10: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Ohra, getrennt nach standörtlichen Prioritätsstufen.

4.1.5 Bewertung des Plan-Zustandes

Bei Umsetzung aller geplanten Maßnahmen wäre die Ohra abgesehen von den natürlichen Hindernissen weitgehend durchgängig. Eine nur durch die natürlichen Wanderhindernisse eingeschränkte Durchgängigkeit wäre dann von der Mündung bis nach Luisenthal gegeben. Details sind in Anhang 11-OH enthalten. In Abb. 11 sind die Aufstiegsraten der einzelnen Standorte im Plan-Zustand sowie die standörtlichen Prioritätsstufen für die Umsetzung der Maßnahmen dargestellt. Nur wenige Standorte weisen dann noch eine suboptimale Aufstiegsrate auf. Dies betrifft zum einen die natürlichen Abstürze oberhalb von Ohrdruf, aber auch Standorte, die eine (geringfügige) Ausleitung aufweisen. Für die gering beaufschlagten ehemaligen Mühlgräben wurden keine Maßnahmen geplant, so dass hier ein geringer Teil der Fische dem Aufstieg potenziell verloren geht.

Von allen Fischen, die aus der Apfelstädt kommend in die Ohra aufsteigen, könnten rechnerisch 67 % den Standort OH02 erreichen (siehe Anhang 20-OH). Dieser Bereich gehört zum Zielgebiet der Apfelstädt oberhalb Wechmar. Weitere kumulative Betrachtungen sind nicht sinnvoll, da die potenzielle Fischfauna des Gewässers überwiegend aus Kurzstanzwanderern besteht, die normalerweise nur wenige Kilometer zurücklegen.

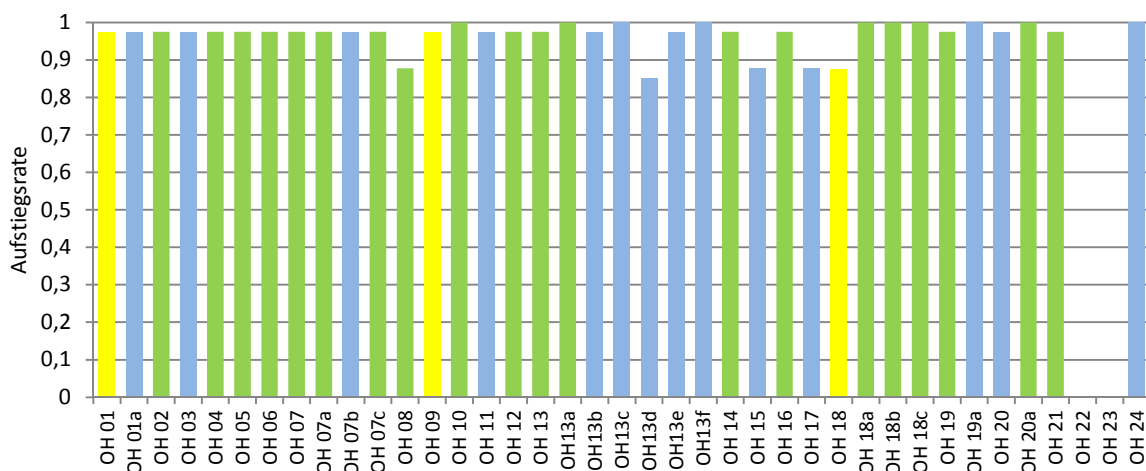


Abb. 11: Aufstiegsraten für den Fischaufstieg im Plan-Zustand an der Ohra. Die Farben der einzelnen Balken verdeutlichen die standörtliche Priorität der Maßnahme (gelb: Priorität 2, grün: Priorität 3, blau: keine Priorität)

Die kartografische Darstellung verdeutlicht die Aufstiegsraten im Plan-Zustand (Abb. 12).

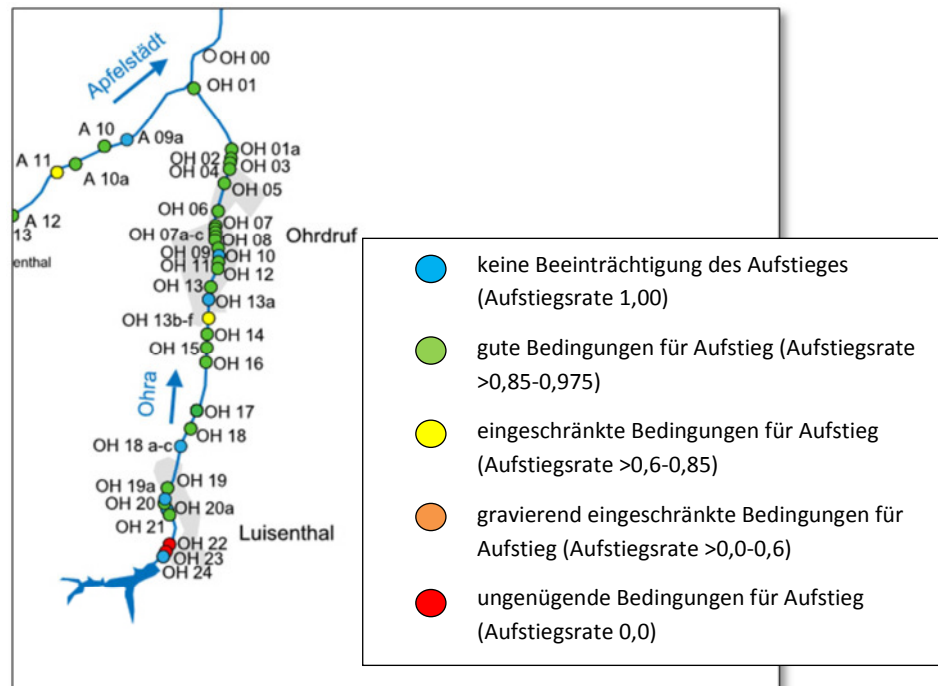


Abb. 12: Aufstiegsraten an der Ohra im Plan-Zustand, kartografische Darstellung

4.2 Fischabstieg

4.2.1 Planung von Maßnahmen

Nur an drei Standorten in der Ohra wurde im Ist-Zustand von einer Beeinträchtigung des Fischabstieges ausgegangen (Kap. 3.5). Einer dieser Standorte (OH09, Wehr Ohrdruf) soll in ein Raugerinne umgebaut werden, so dass hier der Fischabstieg uneingeschränkt möglich wird. Für die beiden anderen Standorte werden hinsichtlich des Fischabstieges keine Maßnahmen geplant. Der Museumsbetrieb am Tobiashammer (OH17) verursacht, auch durch den seltenen Betrieb im aktuellen Zustand kaum Fischschäden, so dass keine Maßnahmen notwendig erscheinen. Der zweite Standort ist das Thomson-Messwehr in Luisenthal, welches so weit im Oberlauf liegt, dass hier kaum von einem nennenswerten Fischabstieg ausgegangen wird, da sich oberhalb kaum noch geeignete Fischlebensräume befinden.

Die einzelnen Maßnahmen sind den Steckbriefen in Anhang 4-OH und der Gesamtbewertung in Anhang 12-OH zu entnehmen.

4.2.2 Festlegen von Abflüssen für Fischabstiegsanlagen

Es werden keine Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen eingeplant, so dass keine zusätzlichen Abflüsse für Bypässe o.ä. anfallen.

4.2.3 Kostenschätzung für die Maßnahmen

Es entstehen keine zusätzlichen Kosten für den Fischabstieg.

4.2.4 Bewertung des Plan-Zustandes

Der Fischabstieg entspricht im Planzustand bis auf den verbesserten Standort OH09 dem Ist-Zustand.

5 Auswirkungen der ökologischen Maßnahmen auf die Wirtschaftlichkeit von WKA

Da der einzige Standort mit Wasserkraftnutzung (OH17, Tobiashammer) keinen Strom erzeugt und ins Netz einspeist, ergeben sich für die Ohra keine Mindererzeugungen an Wasserkraftanlagen.

6 Beeinträchtigungen durch Stauräume und Ausleitungen

6.1 Beeinflussung im Ist-Zustand

Insgesamt wird die Ohra im Ist-Zustand bei einer Gesamtlänge von 11,6 km auf einer Strecke von 0,08 km durch Stau und/oder Ausleitung beeinflusst. Dies entspricht einem Anteil von nur 0,69 %. Dieser Anteil erfüllt bereits im Ist-Zustand die Vorgaben nach TLUG (2011). Die geringe Beeinträchtigung wird nur durch sehr kurze Stauräume (10 bis 30 m) hervorgerufen. Die existierenden Ausleitungen sind so gering, dass sie keine Beeinträchtigung darstellen. Auf eine grafische Darstellung wird daher verzichtet.

Die genauen Daten zur Beeinflussung durch Stau und Ausleitung sind in Anhang 19-OH zu finden.

6.2 Beeinflussung im Plan-Zustand

Maßnahmen zu einer Verbesserung der Situation sind nicht notwendig. Durch den geplanten Rückbau einiger Standorte fallen ohnehin einige Stauräume weg. Der Anteil an beeinträchtigter Strecke beträgt dann nur noch 0,5 %. Die Details sind in Anhang 19-OH aufgeführt.

7 Prüfung der Nutzbarkeit von Querbauwerken nach § 35 WHG

An der Ohra gibt es keine zur Wasserkraftnutzung geeigneten Standorte, die den im Methodenteil aufgeführten Grundanforderungen (mind. 1 m³/s MQ, mind. 0,7 m Fallhöhe) genügen und sinnvoll nutzbar wären.

8 Erreichen des guten ökologischen Zustandes

Neben der in dieser Studie primär betrachteten Herstellung der Durchgängigkeit an der Ohra sind zur Verbesserung des ökologischen Zustandes außerdem weitere Maßnahmen zur Aufwertung des Gewässers notwendig. Um einen guten ökologischen Zustand der Fischfauna zu erreichen, müssen auch Leitarten wie Elritze und Bachneunauge, die relativ hohe Ansprüche an Substratvielfalt und Lebensraumqualität stellen, geeignete Habitate vorfinden. Für die in der fischfaunistischen Referenz ausgewiesenen Begleitarten Äsche, Döbel und Hasel sind ebenfalls gute strukturelle Bedingungen und eine ausreichende Wasserführung mit entsprechender Wassertiefe notwendig. Daher ist neben der Herstellung der Durchgängigkeit vor allem die Umsetzung struktureller Maßnahmen von großer Bedeutung. Die im Gewässerrahmenplan aufgeführten Maßnahmen erscheinen allerdings als zu kleinräumig, um einen guten Zustand für den gesamten OWK zu erreichen.

9 Denkmalgeschützte Wehranlagen

Eine Anfrage bei der Unteren Denkmalschutzbehörde des Landkreises Gotha ergab für die Ohra bisher keine geschützten Bauwerke im Zusammenhang mit Querbauwerken. Lediglich der am ehemaligen Wehr der Sahlender Mühle (OH17) abgeschlagene Mühlgraben dient zum Betreiben des Kulturdenkmals „Tobiashammer“ Ohrdruf als technisches Denkmal und ist somit zu erhalten. Das Anschreiben der Denkmalschutzbehörde befindet sich in Anhang 22.

10 Zusammenfassung

Die Ohra mit einer Länge von ca. 11,5 km ist ein rechter Nebenfluss der Apfelstädt und gehört zum Saale-Elbe-Einzugsgebiet. Bei den Untersuchungen wurden 40 Standorte mit Querbauwerken identifiziert, darunter ein Standort mit Nutzung der Wasserkraft, allerdings nur im Museumsbetrieb und ohne Stromerzeugung. Die Gewässerstruktur in der Ohra zeigt sich überwiegend deutlich bis sehr stark verändert. Nur im Mündungsbereich sind noch gut strukturierte Bereiche vorhanden. Der bisherige Zustand der Fischfauna stellt sich unbefriedigend dar, allerdings ist die Datengrundlage sehr gering.

Der Großteil der Querbauwerke in der Ohra wurde in den letzten 20 Jahren zu Raugerinnen umgebaut. Außerdem liegen Abstürze und Grundswellen vor. Oberhalb von Ohrdruf gibt es eine Reihe natürlicher Abstürze. Nur drei der aufgenommenen Standorte sind gänzlich undurchgängig für die Fischfauna. Dabei handelt es sich um das Wehr Ohrdruf und kleinere Standorte im Oberlauf unterhalb der Talsperre Ohra. Die Durchgängigkeit ist vor allem in den Ortschaften Ohrdruf und Luisenthal durch eine Vielzahl von Querbauwerken eingeschränkt. Die Standort-Dichte ist in der Ohra mit einem Querbauwerk alle 0,29 km sehr hoch. Häufig finden sich jedoch Querbauwerke, die zumindest bei höheren Wasserständen oder von schwimmstarken Arten überwindbar sind, z. B. kleinere Abstürze oder Raugerinne.

Der Fischabstieg ist nur an drei Standorten mäßig eingeschränkt, an zwei Abstürzen und der WKA Tobiashammer. Alle anderen Querbauwerke können ohne Verluste überwunden werden.

Für die Verbesserung der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit wurden 24 Maßnahmen vorgeschlagen. An 16 Standorten sind keine Maßnahmen notwendig, da die Durchgängigkeit bereits ausreichend vorhanden ist. Sieben Querbauwerke sollten komplett zurückgebaut werden. Häufig ist die Anpassung bereits bestehender Raugerinne an die geltenden Vorgaben nach DWA-M 509 erforderlich. In fünf Fällen wurde der Neubau von geteilten Raugerinnen mit Beckenstrukturen geplant.

Drei Maßnahmen wurden mit einer mittleren standörtlichen Priorität eingestuft, alle anderen besitzen nur eine geringe standörtliche Priorität, da die entsprechenden Standorte entweder bereits in einem gewissen Maße durchgängig sind oder kaum nutzbares Habitat erschlossen wird.

Die Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit wurden, je nach Ausführung verschiedener Varianten auf etwa 676.000 bis 1,7 Mio € geschätzt. Für die Maßnahmen mit Priorität 2 fallen ca. 134.000 € - 237.000 € an Kosten an.

Nach Umsetzung der Maßnahmen kann die Durchgängigkeit als wiederhergestellt gelten. Lediglich die Bereiche direkt unterhalb der Talsperre Ohra werden nicht umgebaut, da hier kein nutzbares Habitat erschlossen wird. Von allen Fischen, die aus der Apfelstädt kommend in die Ohra aufsteigen, könnten 67 % die naturnahen Bereiche unterhalb von Ohrdruf (bis OH02) erreichen.

Für den Fischabstieg wird an einem Standort (OH09 Wehr Ohrdruf Brücke Wölfiser Straße) durch den Umbau eine Verbesserung des Zustandes erreicht. An zwei weiteren beeinträchtigten Standorten sind keine Fischabstiegsmaßnahmen notwendig. Am Tobiashammer wird durch den seltenen Betrieb und die Verwendung von Wasserrädern keine hohe Schädigungsrate erwartet. Der zweite Standort befindet sich im Oberlauf unmittelbar unterhalb der Staumauer der Ohra-Talsperre. Hier ist aufgrund der Lage kurz unterhalb der Talsperre kein nennenswerter Fischabstieg zu erwarten.

Aufgrund der geringfügigen Beeinträchtigung durch Stau- und Ausleitungsstrecken ergeben sich keine erhöhten Anforderungen bei der Herstellung der Durchgängigkeit hinsichtlich Rückbau oder Beseitigung von Staubereichen. Durch den Rückbau mehrerer Querbauwerke wird der Einfluss des Stauraumes weiter verringert und beträgt dann nur noch 0,52 %.

Aufgrund des geringen Wasserdargebotes in der Ohra und den geringen Fallhöhen ist eine wirtschaftliche Wasserkraftnutzung nicht möglich.

Die Herstellung der Durchgängigkeit in der Ohra ist eine der Voraussetzungen für die Verbesserung des ökologischen Zustandes des Gewässers. Zusätzlich sind aber weitere strukturelle Maßnahmen notwendig, um das Fischartenspektrum zu erweitern.

11 Literatur

- TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie) [Hrsg.] (2011): Modellhafte Erarbeitung einer Gesamtbewertung für die Herstellung der Durchgängigkeit am Beispiel der Ilm „Durchgängigkeitskonzept Ilm“ - Studie im Auftrag der TLUG, erarbeitet vom Ingenieurbüro Floecksmühle.
- WAGNER, FALKO (2014): Erarbeitung von fischfaunistischen Referenzen für alle Thüringer Fließgewässer 2014. Dokumentation und Katalog.
- GERBING, LUISE (1910): Die Flurnamen des Herzogtums Gotha und die Forstnamen des Thüringerwaldes. Gustav Fischer Verlag, Jena, S. 494-495.

12 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Lage der Gewässer des Untersuchungsgebietes	1
Abb. 2: Struktur der Ohra (Daten TLUG, Stand 2001, Struktur gesamt), Karte erstellt mit Serif DrawPlus X2.....	2
Abb. 4: Querbauwerken in der Ohra (nur QBW im Hauptlauf, n=39).....	4
Abb. 5: Vorrangbereiche (Markierung außen) für die Herstellung der Durchgängigkeit sowie Strukturgüte (Markierung innen) der Ohra.....	6
Abb. 6: Aufstiegsraten an der Ohra im Ist-Zustand.....	7
Abb. 7: Aufstiegsraten an der Ohra im Ist-Zustand, kartografische Darstellung	8
Abb. 8: Erforderliche Maßnahmen zum Fischeaufstieg in der Ohra.....	9
Abb. 9: Standörtliche Priorität der Maßnahmen an der Ohra	11
Abb. 10: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Ohra.....	11
Abb. 11: Maximale und minimale Kosten für die Herstellung der flussauf gerichteten Durchgängigkeit an der Ohra, getrennt nach standörtlichen Prioritätsstufen.....	12
Abb. 12: Aufstiegsraten für den Fischeaufstieg im Plan-Zustand an der Ohra. Die Farben der einzelnen Balken verdeutlichen die standörtliche Priorität der Maßnahme (gelb: Priorität 2, grün: Priorität 3, blau: keine Priorität).....	12
Abb. 13: Aufstiegsraten an der Ohra im Plan-Zustand, kartografische Darstellung	13

13 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Untersuchte Querbauwerke in der Apfelstädt.....	4
Tab. 2: Stammdaten der Pegel an der Ohra	5
Tab. 3: Notwendige Mindestwassermengen an Ausleitungsstrecken in der Ohra.....	10